

Library

MÉMOIRES

DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE

DES SCIENCES NATURELLES

DE CHERBOURG.

THE NEW YORK
ACADEMY OF SCIENCES.
5.06(44.21) C

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ IMPÉRIALE

DES SCIENCES NATURELLES

DE CHERBOURG,

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE

M. AUG^te^ LE JOLIS,

ARCHIVISTE-PERPÉTUEL DE LA SOCIÉTÉ.

TOME V.



PARIS.

J.-B. BAILLIÈRE, libraire, rue Hautefeuille, 19.

CHERBOURG.

BEDELFONTAINE ET SYFFERT, imp., rue Napoléon, 1.

1857.

12,3312. Oct. 8.

DEUXIÈME NOTE

SUR LA FÉCONDATION

DES FUCACÉES,

Par M. G. THURET.

Il y a quatre ans que j'ai eu l'honneur de présenter à la Société des sciences naturelles de Cherbourg le résumé de mes recherches sur la fécondation des Fucacées (1). Depuis cette époque, MM. Pringsheim, Cohn et de Bary ont publié des observations analogues sur les Algues inférieures. Les faits décrits par ces savants présentent une analogie si frappante avec ceux que j'ai observés, qu'ils n'est pas douteux qu'ils appartiennent au même ordre de phénomènes, quoique cependant on ne puisse obtenir dans les Algues inférieures la démonstration directe et péremptoire de la réalité de la fécondation, que fournissent les Fucacées. Celles-ci possèdent sous ce rapport de tels avantages, qu'il semble impossible de trouver réunies des conditions plus favorables pour résoudre la question avec une entière certitude. En effet,

(1) Mémoires de la Soc. des sc. nat. de Cherbourg, tom I, p. 161 (Mai, 1853). — Ce mémoire a été reproduit avec plus de développement dans les Annales des sc. nat., 4e série, t. 2, p. 197. (1854).

les Fucus sont extrêmement communs sur nos côtes. Quelques-unes des espèces les plus vulgaires sont dioïques, et excrètent durant tout l'hiver des spores et des anthéridies en quantités innombrables. Rien de plus aisé que de se procurer ces deux organes en abondance, de les soumettre à des expériences comparatives, de varier celles-ci de mille manières. Chaque jour on peut avec la même facilité renouveler ses recherches et répéter ses observations, avantage inappréciable dans des questions de ce genre, et qui m'autorise à dire que pour quiconque apporte à cette étude un peu de soin et d'attention, il n'est pas de fait physiologique plus évident, plus incontestable que la sexualité des Fucacées.

J'ai cherché à profiter cet hiver des facilités que présentent les Fucus dans ces recherches, pour étudier un point de l'histoire de la fécondation que ces plantes me semblaient propres à éclaircir. On sait que les spores des Fucus, au moment où elles sortent des enveloppes qui les renfermaient, sont absolument dépourvues de toute espèce de membrane ou tégument quelconque, et que la formation de cette membrane est le premier résultat de la fécondation (1). J'ai voulu essayer de déterminer avec plus de précision que je ne l'avais fait jusqu'ici, le moment où cette membrane commence à se former. Les résultats de ces recherches me paraissent assez intéressants pour mériter d'être communiqués à la Société. Ce n'a pas été sans quelque surprise, en effet, que j'ai reconnu que la membrane des spores naît presque soudainement sous l'influence de la fécondation, et que six à huit minutes après avoir été mises en contact avec les anthérozoïdes, les spores commencent déjà à se recouvrir d'un tégument dont il n'existait aucune trace quelques instants auparavant. Je vais entrer dans quelques détails à ce sujet,

(1) Ann. des sc. nat., 4e série, t. 2, p. 202, 203.

et indiquer les procédés que j'ai mis en usage pour constater ce fait.

Il serait inutile de revenir ici sur ce que j'ai dit ailleurs de la fructification des Fucacées. Pour tous les détails relatifs à ces organes je renvoie à mes précédents mémoires. Je me bornerai à rappeler que la spore des Fucus consiste en une masse de matière granuleuse olivâtre, parfaitement sphérique, dont la forme n'est maintenue que par la cohésion de la substance qui la compose. C'est ce dont il est facile de s'assurer en soumettant les spores à une légère pression sous une lame de verre; on les voit se déformer, s'étirer en divers sens, se partager quelquefois en fragments qui prennent souvent eux-mêmes une forme arrondie; enfin, si la pression est plus forte, les spores s'écrasent et s'éparpillent en masses grumeleuses amorphes, composées de chlorophylle jaune-verdâtre et d'une substance visqueuse incolore; cette dernière prend, sous l'action du sucre et de l'acide sulfurique, une coloration rose, qui indique la présence de la protéine.

Si à la goutte d'eau de mer qui contient les spores, on ajoute une gouttelette d'une solution de chlorure de zinc ou d'acide sulfurique faible (1), on verra les spores, au moment où elles sont atteintes par le réactif, se contracter légèrement; presque aussitôt il commence à exsuder de leur surface des globules d'un liquide réfringent incolore, qui grossissent et se multiplient rapidement. Au bout de quelques instants, les spores entièrement recouvertes de ces globules offrent l'aspect que représente la figure 1. Le sucre et l'acide sulfurique donnent aux globules une légère teinte rosée; il est donc probable qu'ils sont formés aux dépens

(1) La solution de chlorure de zinc étant d'un emploi plus commode que l'acide sulfurique, je m'en suis servi de préférence dans le cours de ces recherches.

de la substance visqueuse azotée dont j'ai parlé tout-à-l'heure, qui par l'action du réactif se sépare de la chlorophylle.

C'est cet effet particulier de certains réactifs que j'ai mis à profit pour déterminer l'instant où la membrane des spores fécondées commence à se former. Elle n'a point, dans les premiers temps, d'épaisseur appréciable, et il serait impossible de l'observer directement. Mais sitôt qu'elle commence à naître, sa présence se révèle par l'obstacle qu'elle oppose à l'exsudation des globules, qui ne peuvent plus alors se développer librement à la surface de la spore. On appréciera la différence remarquable de l'effet produit par le réactif dans ces deux cas, en comparant la figure 1 qui représente une spore non fécondée traitée par le chlorure de zinc, et la figure 2 qui montre une spore traitée de même dix minutes après avoir été mise en contact avec les anthérozoïdes. Cette dernière est entourée d'une zone transparente incolore, dans laquelle on distingue les globules comprimés par la membrane naissante. Si l'on a mélangé les anthérozoïdes avec un assez grand nombre de spores, comme celles-ci ne sont pas toutes fécondées au même moment, on peut observer tous les états intermédiaires entre ceux que représentent les figures 1 et 2, et constater les premières traces de la naissance de la membrane. Ainsi, dans quelques spores, la zone transparente est moins nettement formée ; sa surface est irrégulière et comme bosselée par la pression des globules. Souvent elle ne se montre que sur une portion du contour de la spore, et les globules exsudent librement du reste de la surface. Dans les spores où la formation de la membrane est encore moins avancée, on remarque seulement que les globules semblent coagulés en boursouflures irrégulières. Dans quelques unes enfin, l'exsudation des globules n'offre point de différence avec celle des spores non

fécondées. Moins on a laissé s'écouler de temps entre le moment où l'on a mélangé les spores avec les anthérozoïdes et celui où on emploie le réactif, moins on trouve de spores sur lesquelles on puisse constater la naissance de la membrane, et moins la formation de ces membranes est avancée. Au contraire, plus on retarde l'addition du réactif, plus les spores revêtues de membranes sont nombreuses et plus les membranes sont distinctes. En me conformant à certaines précautions dont je parlerai tout-à-l'heure, je suis arrivé aux résultats suivants. Six à huit minutes après la fécondation, on commence déjà à reconnaître la présence de la membrane sur un plus ou moins grand nombre de spores. A dix minutes on en trouve beaucoup dans l'état que représente la figure 2. A douze ou quinze minutes presque toutes sont pourvues de membranes bien nettes. Dans ces premiers temps la membrane est trop faible pour résister à l'exsudation des globules, qui passent bientôt au travers et se répandent dans le liquide ambiant. Mais elle ne tarde pas à acquérir plus de solidité, et on la trouve d'autant plus ferme et plus résistante qu'il s'est écoulé plus de temps depuis la fécondation. Si on emploie le réactif une heure après avoir mélangé les spores et les anthérozoïdes, on verra que la membrane a déjà une épaisseur suffisante pour empêcher l'exsudation des globules (Fig. 3). Déjà aussi on y reconnaît la présence de la cellulose par la coloration bleuâtre qu'elle prend sous l'action de l'acide sulfurique et de l'iode, ou mieux de la solution iodée de chlorure de zinc. La teinte est faible, mais bien distincte. Si l'on a attendu deux heures, on obtiendra une coloration beaucoup plus vive.

Mes observations ont été faites sur les trois Fucacées dioïques les plus communes, les *Fucus vesiculosus, serratus* et *nodosus*. Elles ont été répétées à satiété sur une quantité

de spores innombrables, en recommençant toujours un grand nombre de fois l'épreuve des réactifs pour chaque intervalle de temps différent. Les résultats que j'ai obtenus m'ont offert une concordance telle, que je n'ai aucun doute sur leur exactitude. Mais je dois prévenir ceux qui seraient tentés de renouveler ces recherches, qu'elles doivent être faites avec beaucoup de soin, et qu'on ne peut espérer d'arriver à un résultat précis qu'en observant les diverses précautions que je vais indiquer.

Il est indispensable d'employer les spores le plus tôt possible après leur sortie des conceptacles. J'ai indiqué ailleurs la manière très simple dont on peut se procurer, pendant tout l'hiver, les spores et les anthéridies des Fucus, en plaçant quelques frondes bien fructifiées dans une atmosphère humide. Dès que les spores commencent à former de petits amas sur les réceptacles, on lave ceux-ci dans un vase rempli d'eau de mer. Les spores se détachent et tombent au fond. A ce moment, elles sont encore renfermées dans leurs enveloppes. Il faut attendre qu'elles s'en soient dégagées, ce qui tarde quelquefois plusieurs heures. Sitôt qu'elles sont libres, on doit se hâter d'en faire usage. Car si l'on attend jusqu'au lendemain, la membrane est plus lente à se former, les spores deviennent muqueuses, et quoiqu'elles gardent pendant plusieurs jours la faculté de germer, il est certain que la fécondation se fait d'autant plus difficilement et plus incomplètement, qu'elles sont sorties depuis plus longtemps de leurs conceptacles. En outre, il y a en ce cas une cause d'erreur qu'il importe de signaler. J'ai fait connaître ailleurs (1) que les spores, quoique non fécondées, sont susceptibles, au bout d'un certain temps, de se recouvrir d'une membrane de cellulose. Dès le lendemain on en trouve toujours quelques

(1) Ann. des sc. nat., 4e série, t. 2, p. 205.

unes en cet état, et quoiqu'elles soient ordinairement très peu nombreuses, on s'exposerait à confondre ces membranes qui se sont formées spontanément, avec celles qui sont le résultat de la fécondation. Cette méprise n'est pas à craindre, quand on emploie les spores au moment où elles viennent de se dégager de leurs enveloppes. Du reste, pour éviter encore plus surement toute chance d'erreur à cet égard, j'ai toujours pris soin de vérifier l'état des spores qui servaient à mes recherches, en essayant l'effet du chlorure de zinc sur un grand nombre d'entre elles avant de les mêler aux anthérozoïdes, et m'assurant ainsi qu'elles n'offraient aucune trace de membrane avant d'être fécondées.

Il faut de même se servir des anthéridies récemment sorties des conceptacles. Lorsqu'on les met dans l'eau, elles se vident presque aussitôt; mais les anthérozoïdes ne commencent pas toujours à se mouvoir immédiatement. Comme je tenais à savoir aussi exactement que possible combien de temps après le contact des spores et des anthérozoïdes se formait la membrane de la spore, j'avais soin de délayer les anthéridies dans une goutte d'eau de mer quelques minutes avant de m'en servir, et ce n'était qu'après avoir vérifié au microscope que les anthérozoïdes étaient dans toute leur activité, que je mélangeais la goutte d'eau qui les renfermait avec celle qui contenait les spores. En procédant de cette manière, on voit les anthérozoïdes s'attacher aux spores presque immédiatement, et au bout d'environ une demi-minute les spores hérissées d'anthérozoïdes commencent ce mouvement de rotation si curieux, que j'ai décrit dans mes précédents mémoires. Ce phénomène, comme je l'ai dit, n'est point une condition indispensable de la fécondation. Car, outre qu'il y a certaines espèces dans lesquelles il n'a jamais lieu, j'ai fait souvent germer des spores en les mélangeant avec des anthérozoïdes dont

les mouvements étaient trop affaiblis pour communiquer aux spores une impulsion sensible. Seulement la fécondation se faisait alors moins complètement, et toutes les spores ne germaient pas. Lorsque j'ai employé des anthérozoïdes tout-à-fait immobiles, aucune spore n'a germé. C'est pourquoi, quand on veut assurer la réussite de la fécondation des spores, il est bon d'employer des anthérozoïdes qui s'agitent avec vivacité, et d'en mettre une quantité assez considérable pour que la rotation se manifeste. L'étude de ce phénomène est d'ailleurs très digne d'intérêt, et présente une relation évidente avec la fécondation. Je vais ajouter sur ce point quelques détails à ceux que j'ai donnés autrefois.

Les anthérozoïdes s'appliquent à la surface de la spore dans le sens de leur longueur. Ils sont placés un peu obliquement, le rostre dirigé vers la spore, à laquelle ils paraissent se fixer par leur cil antérieur. On en voit souvent un grand nombre pressés les uns contre les autres, ayant tous les rostres tournés du même côté. Il s'agitent avec une sorte de trépidation, et impriment à la spore un mouvement de rotation plus ou moins rapide, qui s'effectue dans le sens suivant lequel le plus grand nombre des rostres est dirigé. Quelquefois, quand de nouveaux anthérozoïdes viennent s'appliquer sur la spore en sens contraire, la rotation s'arrête ou reprend une direction inverse. La durée de ce phénomène est assez variable et difficile à préciser, d'autant plus que, quand on a un certain nombre de spores sur le porte-objet, les anthérozoïdes ne pouvant arriver partout en même temps, toutes les spores ne commencent pas à tourner à la fois. En outre on remarque presque toujours quelques spores dans lesquelles la rotation persiste plus longtemps, et que les anthérozoïdes continuent à faire tourner avec vivacité, quand ils ont déjà abandonné toutes les autres. En examinant avec

attention des spores isolées, j'ai vu quelquefois la rotation s'arrêter après quatre minutes. Le plus ordinairement elle m'a paru se prolonger environ six à huit minutes. A partir de ce temps le nombre des anthérozoïdes qui couvraient les spores diminue rapidement; elles reprennent peu à peu leur premier aspect et leur immobilité première, quoique d'ailleurs les anthérozoïdes qui nagent autour d'elles continuent encore à s'agiter avec vivacité. En général il m'a paru que la durée plus ou moins courte de la rotation était en rapport avec la formation plus ou moins prompte de la membrane des spores. Les cas où j'ai pu constater la présence de la membrane dans le plus court délai après le mélange des spores et des anthérozoïdes, étaient aussi ceux où les spores avaient tourné le moins longtemps. Par contre, lorsqu'on mélange les spores d'une espèce avec les anthérozoïdes d'une autre espèce, la rotation se prolonge plus qu'à l'ordinaire; je l'ai vue quelquefois continuer plus d'une heure, et il semblait qu'elle ne cessait en ce cas que par suite du ralentissement des mouvements des anthérozoïdes, dont la vivacité est fort affaiblie au bout de ce temps. Or, malgré la longue durée de la rotation dans ces circonstances, il ne se forme point de membranes autour des spores. C'est seulement quand j'ai mélangé les anthérozoïdes du *Fucus serratus* avec les spores du *Fucus vesiculosus*, que j'ai vu quelques unes de celles-ci se recouvrir d'une membrane, mais toujours en beaucoup plus petit nombre que quand je mélangeais ensemble les spores et les anthérozoïdes du *Fucus vesiculosus*. Ces observations sont, comme on voit, d'accord avec celles que j'ai déjà publiées, et par lesquelles j'ai montré qu'on ne réussit point à féconder les spores d'une espèce par les anthérozoïdes d'une autre, excepté dans le cas où on mélange les spores du *Fucus vesiculosus* avec les anthérozoïdes du *Fucus serratus*.

C'est évidemment pendant ces quelques minutes que dure la rotation des spores, c'est-à-dire pendant que les anthérozoïdes sont en contact immédiat avec elles, que la fécondation s'accomplit. La coïncidence de la naissance de la membrane avec la cessation de la rotation ne peut laisser aucun doute sur ce point. Mais que se passe-t-il en ce moment, et comment s'exerce l'action des anthérozoïdes? J'ai dit, dans un de mes précédents mémoires, qu'ils ne m'avaient jamais paru pénétrer dans l'intérieur de la spore. Toutes les recherches que j'ai faites depuis lors n'ont fait que me confirmer dans cette opinion. J'ajoutais que dans certains cas la fécondation semblait même s'accomplir sans qu'il y eût contact immédiat entre les deux organes. Mais les faits que j'alléguais à l'appui de cette hypothèse pourraient à la rigueur s'expliquer autrement. Ainsi, dans les Cystosirées, la spore est renfermée dans deux enveloppes au moment où elle sort du sporange; ces deux enveloppes ne tardent pas à se dissoudre l'une après l'autre, et à former une large zone mucilagineuse, qui finit ordinairement par disparaître à son tour, mais que j'ai vue quelquefois persister autour de la spore, ce qui n'empêchait pas celle-ci de germer. En ce cas on peut supposer que les anthérozoïdes ont pénétré jusqu'à la spore à travers cette zone mucilagineuse, de même que je les ai vues très souvent s'introduire dans les octospores des Fucus, avant que ces derniers fussent dégagés de leurs enveloppes (1). Cette explication serait plus difficile à admettre dans le *Pelvetia* (*Fucus canaliculatus, L.*), à cause de l'épaisseur et de la persistance des enveloppes qui entourent les spores, et à l'intérieur desquelles on voit germer celles-ci. — Quant à la circonstance que les spores des *Fucus*, quand elles commencent à germer, se montrent souvent entourées

(1) Ann. des sc. nat., 4e série, t. 2., p. 210.

par les restes des anthérozoïdes décomposés, mais que ceux-ci, au lieu d'être appliqués immédiatement sur la spore, en sont séparés par une étroite couche mucilagineuse, ce fait n'a aucune importance dans la question dont il s'agit, puisque la fécondation a dû s'opérer avant la production de cette couche mucilagineuse, qui est sécrétée par la membrane de la spore.

Dans les Algues d'eau douce il semble qu'on puisse arriver à connaître plus exactement la manière dont les anthérozoïdes accomplissent leurs fonctions. Jusqu'ici néanmoins les divers auteurs qui ont observé la fécondation dans ces plantes, ne sont point parfaitement d'accord sur ce sujet. M. Pringsheim affirme que les anthérozoïdes entrent dans les spores, et qu'on les retrouve enclos sous la membrane qui se forme à la suite de la fécondation. Des observations incomplètes sur les Fucus paraissent avoir conduit l'auteur à cette théorie, dont il a cru trouver la confirmation dans le *Vaucheria* et l'*OEdogonium* (1). M. Cohn, au contraire, dans ses recherches si intéressantes sur le *Sphœroplea*, assure que les anthérozoïdes ne pénètrent pas dans les spores; il suppose que celles-ci absorbent une partie de la substance des anthérozoïdes par un phénomène d'endosmose (2). M. de Bary déclare également que dans l'*OEdogonium* il ne peut être question d'une pénétration des anthérozoïdes dans les spores; mais il a vu ces deux organes se fondre l'un avec l'autre, comme une goutte d'eau se

(1) *Ueber die Befruchtung und Keimung der Algen and das Wesen des Zeugungsactes*, 1855 (traduit dans Ann. des sc. nat., 4e série. t. 3, p 363).— *Untersuchungen über Befruchtung und Generationswechsel der Algen*, 1856 (traduit dans Ann. des sc. nat., 4e série, t. 5, p. 250).

(2) *Ueber Entwicklung und Fortpflanzung der Sphœroplea annulina*, 1855 (traduit dans Ann. des sc. nat., 4e série, t. 5, p. 187).

fond dans une plus grosse (1). De ces diverses opinions, celle de M. Pringsheim, telle qu'il l'a exposée dans son premier mémoire, me paraît la moins bien fondée. En ce qui concerne les Fucus, elle repose sur une erreur manifeste. L'auteur ayant répété mes expériences sur la fécondation des Fucacées, a remarqué dans les spores qui commençaient à germer des granules rougeâtres placés sous la membrane, et il a supposé que ces granules étaient les restes des anthérozoïdes qui étaient entrés dans la spore. Si M. Pringsheim avait consacré plus de temps à ces recherches, il se serait aisément assuré que ces granules n'ont rien de commun avec les anthérozoïdes, dont le granule orangé est beaucoup plus petit, et que leur apparition est due à un commencement d'altération de la matière colorante de la spore, accident qui ne lui serait point arrivé sans doute s'il eût fait ces expériences dans de bonnes conditions et avec les soins nécessaires. Les observations du même auteur sur le *Vaucheria* ne me paraissent pas plus décisives que les précédentes. Car l'extrême petitesse des anthérozoïdes de cette plante ne permet évidemment pas d'arriver sur ce point à un résultat certain. Les brillantes découvertes de M. Pringsheim ont fait faire des progrès importants à la physiologie des Algues inférieures. Mais il est à regretter que l'auteur ne montre pas plus de réserve dans l'interprétation des faits, et l'on ne saurait admettre qu'une théorie fondée sur ces bases douteuses soit « la première preuve directe et inattaquable de la sexualité des Algues » (2).

De toutes les observations qui ont été faites sur ce sujet,

(1) *Ueber den geschlechtlichen Zeugungsprozess bei den Algen* (Berichte über die Verhandlungen der Gesellschaft für Beförderung der Naturwissenschaften zu Freiburg, n° 13, 1856).

(2) Pringsheim, *Zur Kritik und Geschichte der Untersuchungen über das Algengeschlecht*, p. 64.

celles de M. de Bary sur l'*OEdogonium* que j'ai mentionnées plus haut, me paraissent les plus nettes et les plus précises. Elles s'accordent d'ailleurs avec ce que M. Pringsheim lui-même a vu dans cette plante. Dans les Fucacées, la matière granuleuse dont les spores sont composées, et la grande surface qu'elles présentent au contact des anthérozoïdes, ne m'ont jamais permis de m'assurer s'il se passe quelque chose d'analogue, Mais je n'y vois rien d'impossible, et parmi les diverses hypothèses qu'on peut faire sur cette question, celle-là est, je crois, aujourd'hui la plus vraisemblable. N'oublions pas toutefois que l'extrême différence qui sépare les Fucacées des Conferves, interdit à cet égard toute généralisation prématurée. Pour admettre que la fécondation s'accomplit d'une manière identique dans toutes les Algues, que telle ou telle circonstance est la condition essentielle de la fécondation, il faudrait des observations plus nombreuses et plus concluantes que celles que nous possédons aujourd'hui. Jusque là c'est une chimère de croire qu'il suffit d'ériger ces faits en théorie pour en démontrer la certitude.

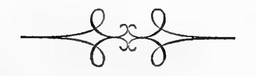
EXPLICATION DES FIGURES.

Ces figures représentent trois spores de *Fucus vesiculosus* à un grossissement de 330 diamètres. Elles sont destinées à montrer l'effet de la solution de chlorure de zinc sur les spores avant et après la fécondation.

Fig. 1. Spore traitée par le chlorure de zinc avant la fécondation. Elle est couverte de globules d'un liquide incolore, qui ont exsudé de sa surface.

Fig. 2. Spore traitée par le même réactif dix minutes après avoir été mise en contact avec les anthérozoïdes. Les globules, au lieu de se développer librement comme dans la figure précédente, sont comprimés par la membrane naissante de manière à former autour de la spore une zone incolore.

Fig. 3. Spore traitée par le même réactif une heure après avoir été mise en contact avec les anthérozoïdes. La membrane est devenue très nette et a déjà une certaine épaisseur. Elle prend une teinte bleue par l'action du chlorure de zinc ioduré.





A. R. del — Picart sc

Fucus vesiculosus, L.

OBSERVATIONS

SUR LA

REPRODUCTION

DE

QUELQUES NOSTOCHINÉES,

Par M. G. THURET.

Les Nostochinées sont une des tribus des Algues dont la reproduction est encore la moins connue aujourd'hui. Il y a environ treize ans que j'ai décrit les curieux phénomènes qui accompagnent la reproduction d'un *Nostoc* aquatique (1). Personne depuis lors ne paraît s'être occupé de ce sujet, et M. Fischer, dans son mémoire sur cette famille, fait remarquer que mes observations sont restées isolées jusqu'ici (2).

(1) Note sur le mode de reproduction du *Nostoc verrucosum*. (Ann. des sc. nat., 3me série, tome 2, p. 319. — Novembre 1844).

La plante qui fait l'objet de ce travail n'est point le véritable *Nostoc verrucosum,* mais une espèce voisine que M. Mougeot avait publiée sous ce nom *(Stirpes crypt. Vog. Rhen.,* fascic. VIII, n° 798), et qui porte aujourd'hui celui de *Nostoc Mougeotii,* Bréb. (Menegh., *Monogr. Nostochinearum Italicarum,* p. 113. — Kütz., *Sp. Alg.*, p. 300).

(2) Beiträge zur Kenntniss der Nostochaceen, p. 13 (Berne, 1853).

Cependant le mode de reproduction que j'ai fait connaître, n'est certainement point particulier à une espèce. Je ne puis douter qu'on le retrouve dans toutes celles où on le cherchera avec un peu d'attention et de persévérance. Déjà M. le Dr Montagne, dans la note qu'il a publiée l'année dernière sur le *Nostoc Boussingaultii* (1), a confirmé l'exactitude de cette assertion. De mon côté, j'ai répété depuis plusieurs années sur une espèce terrestre commune aux environs de Cherbourg, toutes les observations que j'avais faites autrefois sur le *Nostoc Mougeotii*. Malgré la différence de station de ces deux plantes, elles se reproduisent de la même manière et présentent exactement les mêmes phénomènes. La ressemblance à cet égard est si complète que, ne trouvant d'ailleurs aucun fait nouveau à signaler, j'avais cru inutile de publier ces recherches. Si je me détermine à le faire aujourd'hui, c'est surtout par le désir de profiter du talent de M. Riocreux pour donner sur ce sujet des figures beaucoup plus parfaites que celles qui accompagnaient mon précédent mémoire. Ce motif paraîtra suffisant, je l'espère, à ceux qui voudront bien examiner les planches ci-jointes et apprécier le soin avec lequel elles sont exécutées.

Dans la seconde partie de cette note, je ferai connaître le mode de reproduction d'un autre genre, qui offre une certaine ressemblance de structure avec les *Nostoc*, mais qui possède une fructification distincte, dont ces plantes sont dépourvues.

(1) Note sur deux Algues nées pendant les expériences de M. Boussingault. (Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, tome XLII, séance du 28 Avril 1856).

I.

Le *Nostoc vesicarium,* D C., est une petite espèce à fronde globuleuse, qui croît sur la terre entre les mousses et les brins d'herbe. On la trouve abondamment autour de Cherbourg sur le chaperon des murs recouverts de terre, le long des routes gazonnées, etc. Les individus jeunes sont parfaitement sphériques, souvent réunis en grand nombre sous la forme de petits grains d'un vert noirâtre, dont la dimension varie depuis une petitesse microscopique jusqu'à la grosseur d'un pois (Fig. 1). A mesure que la plante grossit, sa fronde devient moins régulière; elle se contourne, se plisse, et les plus grands individus forment des expansions sinueuses qui ressemblent à de petits échantillons de *Nostoc commune* (Fig. 2).

La fronde présente sous le microscope la même structure que celle des autres *Nostoc.* Elle consiste en une masse gélatineuse transparente, lisse et ferme extérieurement, quelquefois teintée de jaune sur les bords, dans laquelle serpentent d'innombrables chapelets de granules verdâtres (Fig. 3). Ces chapelets sont simples, et se composent d'une série indéfinie d'articles globuleux, formés d'une matière vert-pâle un peu granuleuse. La série est interrompue de distance en distance par un globule plus gros, presque incolore ou un peu jaunâtre, dont le contenu est plus homogène et moins réfringent que celui des autres articles : de chaque côté de ce globule on remarque une petite granulation placée au point de contact avec l'article voisin (Fig. 4). Les chapelets s'allongent par la division répétée des globules verts. Chacun de ceux-ci, après s'être un peu accru dans le sens de la longueur du chapelet, se coupe en travers, et donne ainsi naissance à deux nouveaux articles, qui plus

tard se partageront de même. Quant aux gros globules, ils ne se divisent point, et finissent par se détacher des chapelets sans subir aucun changement. On les a longtemps regardés, quoique sans aucun fondement, comme les corps reproducteurs des *Nostoc*. M. Kützing continue même encore aujourd'hui à les désigner sous le nom de *spermaties*. Mais cette dénomination, que M. Kützing, par un abus regrettable, applique indistinctement aux organes les plus divers, ne peut pas plus être conservée ici que dans beaucoup d'autres cas où rien n'en justifie l'emploi. Parmi les différents noms qui ont été donnés à ces gros articles des Nostochinées, celui d'*hétérocyste*, employé par M. Allman, me semble le plus convenable, et je l'adopterai d'autant plus volontiers qu'il ne préjuge rien sur des fonctions dont on ignore jusqu'ici la véritable nature.

C'est pendant les mois de septembre et d'octobre que l'on observe dans le *Nostoc vesicarium* la même série de phénomènes que j'ai décrite dans le *Nostoc Mougeotii*. On trouve fréquemment alors des individus dont le contenu s'échappe en une gelée verdâtre diffluente, qui se répand sur les corps environnants. Cette gelée offre exactement l'aspect d'une Palmellée. Mais si l'on en soumet une portion au microscope, on reconnaît qu'elle est remplie de fragments de chapelets, entremêlés d'hétérocystes détachés (Fig. 5). Un examen attentif de ces fragments de chapelets montre qu'ils sont doués à cette époque d'un mouvement de reptation très lent, quoique facile à constater sous un grossissement suffisant. Placés dans une goutte d'eau sur une lame de verre, en face d'une fenêtre, ils se rassemblent peu à peu sur le bord de la goutte le plus rapproché du point d'où vient la lumière. Enfin quand on dépose un de ces *Nostoc* en déliquescence dans une assiette avec un peu d'eau, les chapelets ne tardent pas à se répandre à l'entour

et à former au fond de l'assiette une pellicule verdâtre, comme le ferait une Oscillaire (1).

Si l'on continue à observer les fragments de chapelets durant quelques jours, on les verra bientôt, devenus immobiles, se revêtir d'une membrane transparente (Fig. 6). En même temps les globules verts augmentent de volume; mais leur accroissement se fait en largeur cette fois, et non plus dans le sens de la longueur du chapelet. Ils deviennent ainsi discoïdes : enfin ils se partagent en deux par une division qui s'opère en sens inverse de celle que j'ai mentionnée plus haut (Fig. 7). La plupart des globules se divisent ainsi une ou deux fois, et alors le chapelet, considérablement élargi, a tout-à-fait changé d'aspect. Il est transformé en un sac transparent, plus ou moins long, dans lequel les globules dédoublés sont disposés en rangées parallèles superposées, souvent très distinctes et assez régulières (Fig. 8). Bientôt d'ailleurs cette régularité disparaît. Les rangées se joignent alternativement les unes aux autres, c'est-à-dire que le globule placé au bord d'une rangée se soude au globule placé au-dessus de lui, et le globule

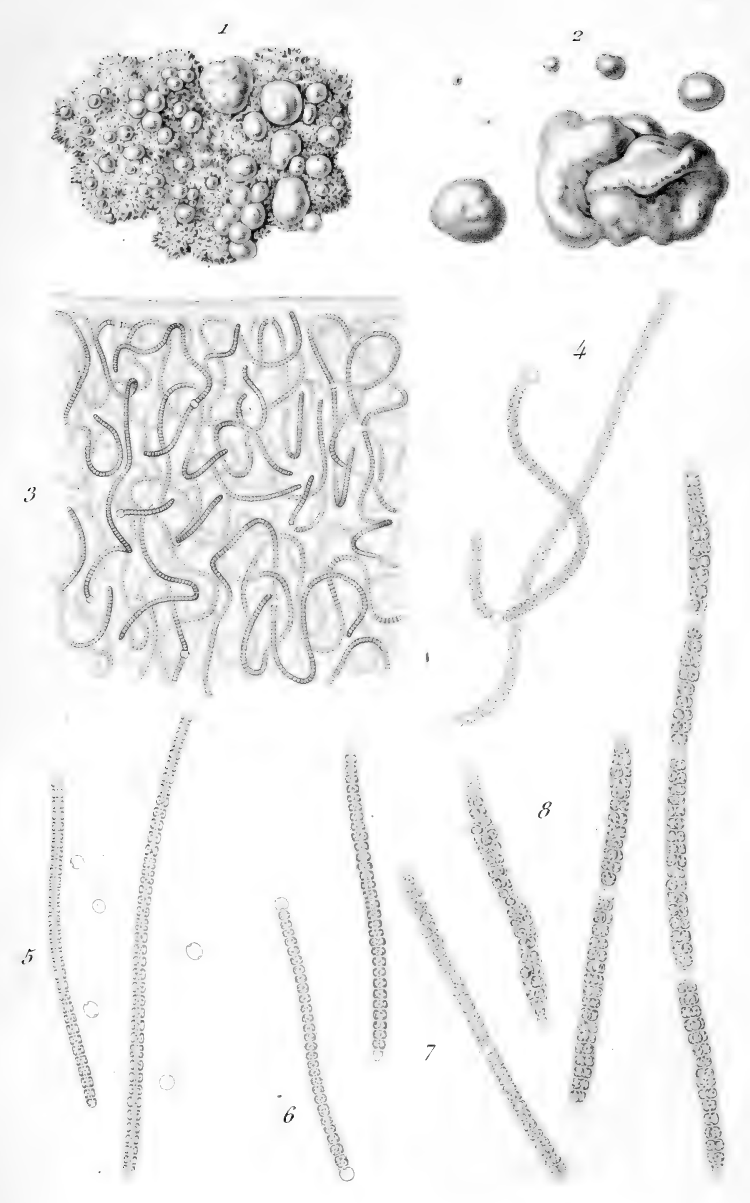
(1) Le mouvement propre que possèdent les chapelets des *Nostoc* déliquescents, n'avait pas échappé à Vaucher (Voy. Histoires des Conferves d'eau douce, p. 215, 216). Il est surtout sensible dans les espèces aquatiques. Du moins il m'a paru très prononcé dans le *Nostoc Mougeotii*, et Vaucher a fait la même observation sur le *Nostoc verrucosum*. Mais il se retrouve aussi dans les mêmes circonstances chez les espèces terrestres, et c'est à tort que dans mon premier travail j'avais élevé quelques doutes sur ce point. J'ai eu notamment occasion de le constater sur de beaux échantillons de *Nostoc commune*, récoltés au mois de juin par un temps chaud et humide, et dont quelques parties commençaient à tomber en déliquescence. Je mentionne ce fait, parce que c'est dans les mêmes conditions et à la même époque de l'année que Vaucher a observé aussi le mouvement des chapelets dans cette espèce.

opposé à celui de dessous. Il se reforme ainsi un nouveau chapelet replié sur lui-même à l'intérieur du sac. Au premier moment cette disposition des globules est difficile à reconnaître. Entassés dans le sac étroit que forme la membrane, attachés plus ou moins obliquement l'un à l'autre, ils ne présentent souvent qu'un amas confus. Mais leur enchaînement paraît de plus en plus évident à mesure que le jeune *Nostoc* grossit. Le sac se dilate, le nouveau chapelet s'allonge, ses circonvolutions s'écartent et deviennent bien distinctes (Planche 2, Fig. 9). Pendant quelque temps la jeune fronde présente encore quelques renflements qui correspondent à l'emplacement qu'occupaient les rangées de globules : peu à peu ces empreintes s'effacent, et la fronde se développe en une masse transparente arrondie, à l'intérieur de laquelle le chapelet se contourne et serpente dans tous les sens. Déjà à cette époque on distingue parmi les globules quelques hétérocystes.

Les figures comprises sous les n[os] 6, 7, 8 et 9, donneront, je pense, une idée suffisante des divers aspects que peut offrir la transformation d'un chapelet de *Nostoc* en un nouvel individu. Ce phénomène présente de nombreuses variations de détails, sur lesquelles je crois inutile de m'arrêter. Je me bornerai aux observations suivantes.

En général les globules terminaux du chapelet ne subissent pas les mêmes modifications que les autres. Ils se décolorent comme les hétérocystes, et demeurent attachés aux extrémités du chapelet, sans prendre part au développement que je viens de décrire. Quelquefois on les retrouve longtemps après encore adhérents à la surface de la jeune fronde (Fig. 9).

Souvent aussi un des globules intermédiaires se transforme en hétérocyste. Quelquefois même il s'en produit deux ou trois à différents intervalles dans la longueur du chapelet



Nostoc vesicarium, DC.

Riocreux del.

Picart sc.

Imp. de Geny-Gros r. S. Jacques, 33.

(Fig. 8). Celui-ci se trouve ainsi divisé en deux ou plusieurs parties, qui continuent à se développer individuellement. De là vient qu'on voit assez fréquemment sous le microscope les jeunes *Nostoc* attachés ensemble par un hétérocyste interposé.

II.

Les autres Nostochinées dont il me reste à parler, appartiennent au genre *Cylindrospermum*, Ralfs (Kütz. *pro parte*). Ce genre comprend une partie des espèces que l'on réunissait autrefois sous le nom d'*Anabaina*, Bory, et qui consistent en filaments moniliformes, analogues aux chapelets des *Nostoc*, mais formant un stratum gélatineux indéterminé. Certains articles des filaments se transforment en hétérocystes : d'autres prennent une forme elliptique, une dimension plus considérable, et deviennent des sporanges. Les diverses positions que les sporanges et les hétérocystes peuvent occuper dans le filament, ont servi à démembrer les *Anabaina* en plusieurs genres. Ceux qu'a établis M. Kützing sont trop vaguement limités pour être adoptés sans restriction. M. Ralfs a proposé des divisions fondées sur des caractères plus précis, et qui me semblent devoir être admises (1). Je ferai remarquer seulement qu'il est au moins superflu de séparer génériquement des plantes liées par des affinités si étroites, et qu'il vaut mieux se borner à considérer les coupes établies par M. Ralfs comme des sous-genres, en conservant le nom d'*Anabaina* pour l'ensemble des espèces. Quant à ce dernier nom, il doit être maintenu dans tous les cas, et

(1) On the Nostochineæ (Annals and Magazine of natural history, 2nd series, t. V, p. 321, pl. 8 et 9. — 1850).

c'est à tort que M. Ralfs propose de le remplacer par *Trichormus*, Allm., en se fondant sur ce que la priorité appartiendrait au genre *Anabœna,* établi par M. Ad. de Jussieu dans la famille des Euphorbiacées. Ce dernier n'a été publié qu'en 1824 (1), tandis que le genre de Bory Saint-Vincent remonte à 1822 (2).

Dans les *Cylindrospermum*, comme ils sont limités par M. Ralfs, l'hétérocyste forme le dernier article du filament, et le sporange occupe l'article suivant. Les filaments sont doués d'un mouvement de reptation très lent, mais appréciable. Les articles sont cylindriques. Ils renferment une matière d'un vert bleuâtre, un peu granuleuse, et se multiplient comme ceux des *Nostoc*, c'est-à-dire qu'après s'être allongés dans le sens de la longueur du filament, ils se coupent en deux par une division transversale. Le dernier article, avant de se changer en hétérocyste, est semblable aux autres : mais les granules qu'il contient disparaissent peu à peu; l'article prend une teinte jaunâtre, devient plus gros et acquiert une forme ovoïde plus ou moins allongée (Pl. 3, Fig. 12). A cette époque on le trouve presque toujours entouré de quelques cils muqueux irréguliers. Ces cils, dont la présence est très fréquente sur les hétérocystes des *Anabaina*, ne sont probablement qu'une production parasite.

Après la formation de l'hétérocyste, le sporange ne tarde pas à se développer aux dépens de l'article suivant. Celui-ci s'allonge, grossit, et son contenu devient fortement granuleux. Peu à peu sa paroi s'épaissit et se colore en brun. Ce n'est point, comme le dit M. Ralfs, la matière contenue dans le sporange qui prend cette teinte, c'est seulement la

(1) De Euphorbiacearum generibus medicisque earumdem viribus tentamen, p. 46.

(2) Dictionnaire classique d'histoire naturelle, t. I, p. 307.

paroi cellulaire. L'intérieur du sporange est rempli par une spore elliptique que l'on distingue par transparence, et qui conserve la couleur verte, comme il est facile de s'en assurer en la faisant sortir du sporange par une légère pression. On trouve souvent les filaments terminés aux deux bouts par un hétérocyste. Il est plus rare de voir un même filament porter un sporange à chaque extrémité, et en ce cas le développement de l'un des sporanges m'a toujours paru précéder celui de l'autre (Fig. 13).

M. Fischer, dans le mémoire que j'ai cité plus haut, mentionne une observation de M. Nägeli sur la germination d'un *Cylindrospermum* (1). La description qu'il donne, très courte d'ailleurs et très incomplète, ne paraît pas conforme à ce que j'ai vu moi-même dans ces plantes.

La première espèce dont j'ai observé la reproduction, est remarquable par ses sporanges à surface rugueuse. Les filaments ont un diamètre d'environ un 240me à un 250me de millimètre. C'est la même plante qui a été publiée dans les fascicules de M. Rabenhorst (2) sous le nom de *Cylindrospermum majus*, Kütz. Il est possible que ce soit en effet l'espèce ainsi nommée dans le *Species Algarum*. Mais je ne saurais rien affirmer à cet égard. Car M. Kützing ne mentionne pas l'aspect rugueux des sporanges, et les *Tabulæ Phycologicæ* du même auteur sont malheureusement loin de pouvoir suppléer à l'insuffisance de ses diagnoses.

J'ai trouvé cette espèce, au mois de juin de l'année

(1) « Bei Cylindrospermum hat Prof. Nägeli die Keimung wirklich beobachtet. Nach längerer Ruhezeit tritt auf einmal in den Zellen eine mehrfache Theilung ein, die äussere dicke Wandung wird aufgelöst und das junge Fadenstück beginnt sein Wachsthum durch gleichzeitige Theilung in allen Zellen. » Fischer, *loc. cit.*, p. 7.

(2) Die Algen Sachsens, nº 411.

dernière, flottant dans un fossé en masses mucilagineuses. Les sporanges étaient abondants, colorés en brun, et paraissaient parfaitement murs. Cette circonstance m'engagea à placer quelques fragments de la plante dans une goutte d'eau sur des lames de verre, que je conservai sous une cloche à l'abri de l'évaporation. Les filaments ne tardèrent pas à se décomposer; les hétérocystes devinrent incolores et se détachèrent en partie des sporanges. Un grand nombre de ces derniers s'altéra aussi, et la spore qu'ils renfermaient disparut sans laisser de trace. Mais d'autres se conservèrent sans changer aucunement d'aspect. Je continuai à observer ceux-ci avec soin, et dans le courant du mois de septembre j'eus le plaisir de voir enfin la spore percer le sommet du sporange et se développer en un nouveau filament de la manière suivante. La spore, en s'allongeant, soulève une petite portion de la paroi interne du sporange, qu'elle pousse devant elle. Aussitôt qu'elle fait saillie au dehors, elle commence à se cloisonner, et se change en un filament toruleux, composé de trois ou quatre articles, dont le contenu est fortement granuleux. Les divisions des articles sont d'abord peu distinctes, mais deviennent de plus en plus nettes à mesure qu'il s'en forme de nouvelles. Pendant assez longtemps le fragment de la paroi du sporange que la spore a soulevé, persiste au sommet du filament sous la forme d'une petite calotte qui recouvre le dernier article (Fig. 16). Le filament s'allonge à la fois par ses deux extrémités, mais plus rapidement d'abord par celle qui est au dehors du sporange. Les nouveaux articles sont d'un diamètre moindre que ceux qui se sont formés à la place qu'occupait la spore, en sorte que le jeune filament est légèrement atténué aux extrémités (Fig. 17). Peu à peu cependant ces différences s'effacent; les articles en se multipliant prennent une dimension de plus en plus égale, leurs granules devien-

nent moins apparents, et la ressemblance du nouveau filament avec les anciens finit par être complète.

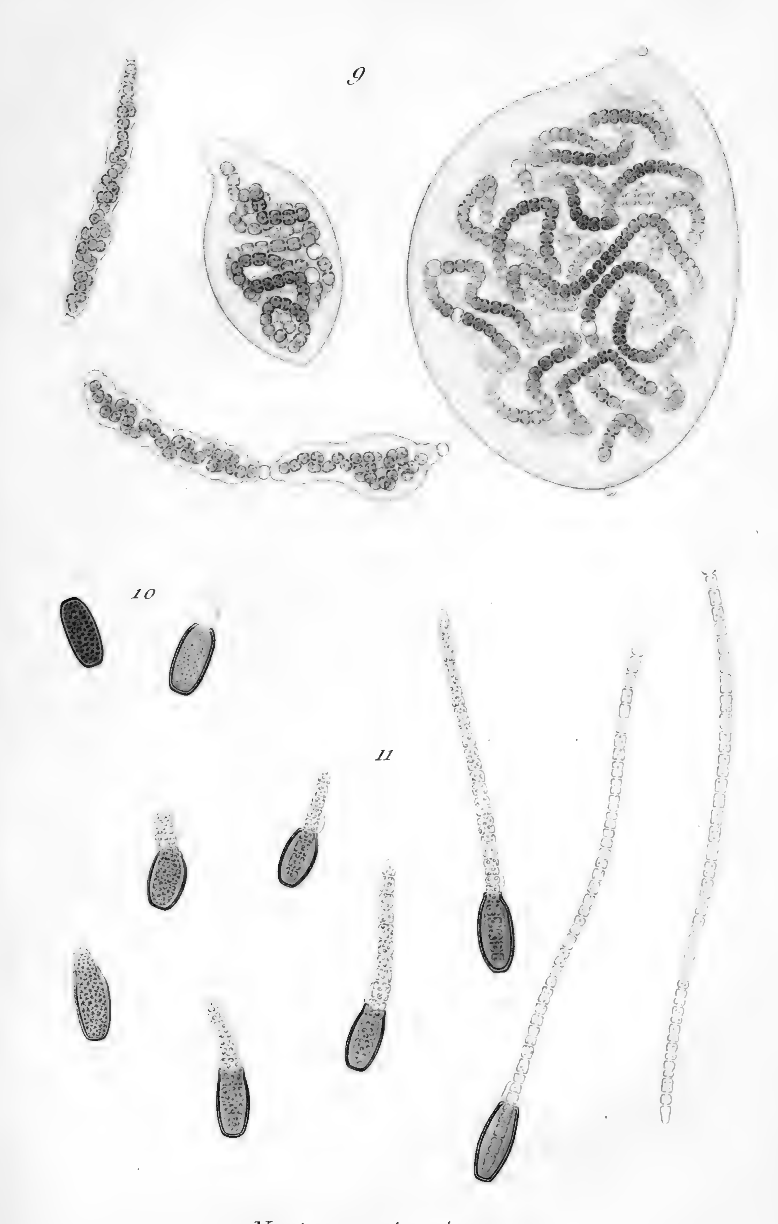
J'ai reconnu plus tard que cette expérience réussit tout aussi bien ou mieux encore avec des échantillons desséchés et conservés en herbier depuis plusieurs mois, pourvu que les spores soient bien mures. En les plaçant de même sur des lames de verre avec un peu d'eau, je les ai vues commencer à germer au bout d'une quinzaine de jours. Les spores des *Anabaina* appartiennent donc à cette catégorie de corps reproducteurs applés *hypnospores* par M. Al. Braun (1), qui sont susceptibles de se développer après une longue période de repos et malgré une dessiccation prolongée. Dans beaucoup d'Algues d'eau douce, on trouve des corps reproducteurs pourvus de cette persistance de vitalité, qui semble être une condition nécessaire de la conservation de ces plantes durant les alternatives de sécheresse et d'humidité auxquelles elles sont exposées. Mais aucune d'elles, je crois, n'est mieux douée sous ce rapport que les *Anabaina*, comme le montrera l'exemple suivant.

J'avais récolté au mois d'avril 1848, de beaux échantillons bien fructifiés d'*Anabaina licheniformis*, Bory (*Cylindrospermum licheniforme*, Kütz.). Dans cette espèce les sporanges sont lisses, d'une couleur brun-rougâtre foncée, quand la maturité est complète. Au printemps de cette année (1857), je détachai quelques fragments de ces échantillons que je conservais en herbier depuis neuf ans, et je les soumis aux mêmes expériences que les précédents. A peine quinze jours s'étaient écoulés qu'un grand nombre de sporanges commençaient à s'ouvrir et laissaient passer le sommet du jeune filament. J'ai répété plusieurs fois ces expériences avec le même succès, et dans celles que j'ai faites

(1) Algarum unicellularium genera nova, p. 16.

cet été j'ai vu souvent les spores germer au bout de six à sept jours. La germination de cette espèce est tout-à-fait semblable à celle de la précédente. Seulement la petite portion de la paroi du sporange que la spore soulève comme un opercule, n'est point entraînée au sommet du jeune filament, mais reste attachée latéralement au sporange (Pl. 2, Fig. 11).

J'aurais désiré pouvoir faire les mêmes essais sur des échantillons d'une date encore plus ancienne. Il serait intéressant de vérifier combien de temps les spores d'*Anabaina* peuvent conserver la faculté de germer. Mais, pour que ces expériences réussissent, il faut, je le répète, que les spores soient parfaitement mures. Or il est plus rare qu'on ne croirait de les trouver en cet état dans les herbiers. C'est ce dont je me suis assuré en examinant tous les échantillons de ma collection et de celle de Bory Saint-Vincent, et cette difficulté ne m'a pas permis de pousser mes recherches plus loin.



Nostoc vesicarium, DC.

Anabaina (Cylindrospermum) licheniformis, Bory.

Riocreux del. Picart sc.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE 1.

Nostoc vesicarium, D C.

Fig. 1 et 2. Plante de grandeur naturelle.

La figure 1 montre la plante telle qu'on la trouve ordinairement croissant sur la terre entre les mousses.
La figure 2 représente des individus isolés de diverses grosseurs.

Fig. 3. Coupe transversale d'un individu de moyenne grandeur. (Grossissement de 150 diamètres.)

Fig. 4. Deux des filaments en chapelet qui remplissent l'intérieur du *Nostoc*. (Gross. de 330 diam.)

Fig. 5. Fragments de chapelets entremêlés d'hétérocystes détachés, tels qu'on les trouve dans la gelée verdâtre qui s'échappe du *Nostoc* en déliquescence. (Gross. de 330 diam.)

Fig. 6. Chapelet qui s'est revêtu d'une membrane transparente. (Gross. de 330 diam.)

Fig. 7. Chapelets dont les globules se sont élargis et commencent à se dédoubler. (Gross. de 330 diam.)

Fig. 8. Chapelets dans lesquels la multiplication des globules est plus avancée. (Gross. de 330 diam.)

PLANCHE 2.

(Toutes les figures de cette planche sont représentées à un même grossissement de 330 diamètres.)

Nostoc vesicarium, D C.

Fig. 9. Suite du développement des chapelets jusqu'à la formation d'un nouvel individu.

Anabaina (Cylindrospermum) licheniformis, Bory.

Fig. 10. Deux sporanges. Celui de gauche renferme une spore. L'autre est vide. La membrane de ce dernier présente des ponctuations très légères.

Fig. 11. Germination. La spore perce le sommet du sporange, et s'allonge en un filament moniliforme qui devient bientôt semblable à celui de la plante mère.

PLANCHE 3.

(Toutes les figures de cette planche sont représentées à un même grossissement de 330 diamètres.)

Anabaina (Cylindrospermum) major, Kütz.

Fig. 12. Trois filaments à divers états.

Celui de gauche est le plus jeune. L'article terminal, arrondi à son extrémité libre, commence à se changer en hétérocyste.

Dans le suivant l'hétérocyste est déjà formé et entouré de quelques cils muqueux.

Dans le troisième le sporange commence à se développer.

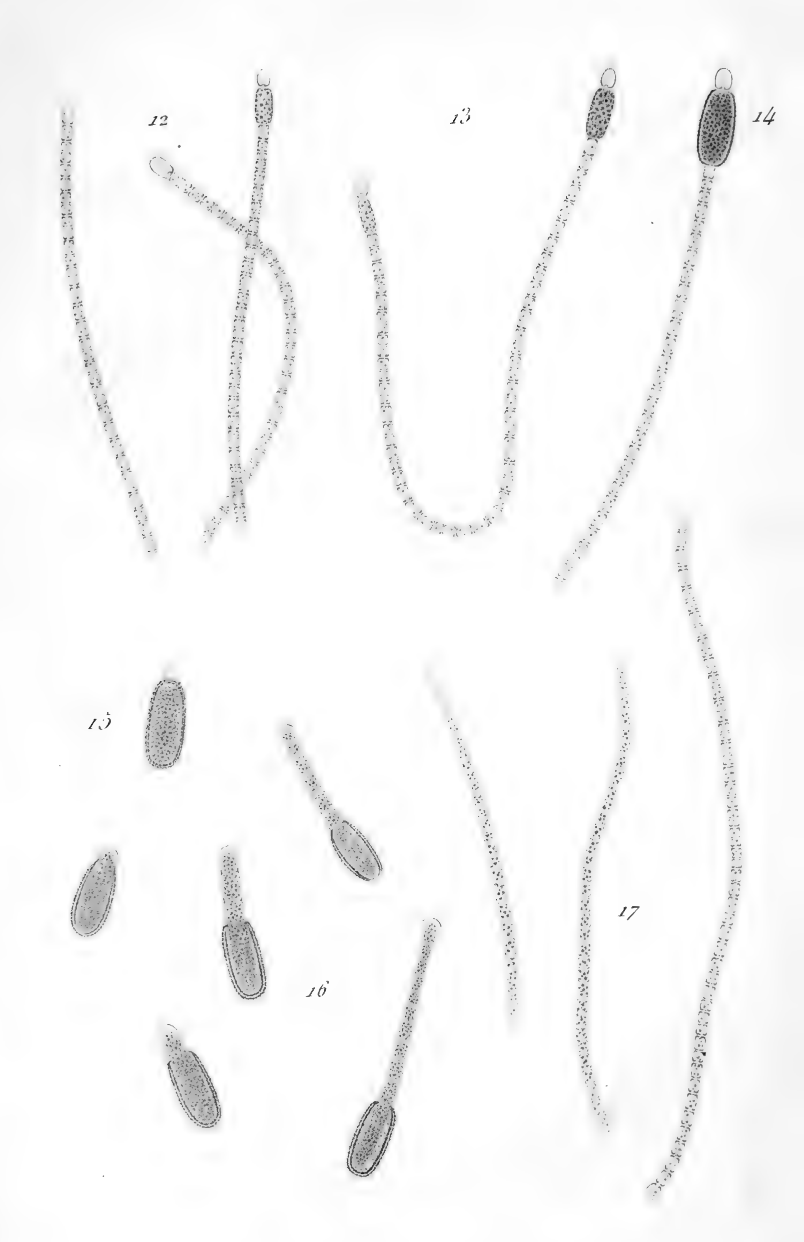
Fig. 13. Filament à chaque extrémité duquel il s'est formé un sporange.

Fig. 14. Filament portant un sporange plus âgé que les précédents.

Fig. 15. Sporange détaché et complétement mur. Il est encore surmonté d'un hétérocyste. On distingue par transparence la spore qu'il renferme.

Fig. 16. Germination.

Fig. 17. Trois jeunes filaments provenant de la germination des spores. Deux d'entre eux sont encore atténués à leurs extrémités, et leurs articles sont fortement granuleux. Celui de droite, dont le développement est plus avancé, est déjà semblable à la plante mère. Il commence à se former un hétérocyste à chaque extrémité.



Anabaina (Cylindrospermum) major, Kütz.

Riocreux del. Picart sc.

ANATOMIE

DES PLANTES AÉRIENNES DE L'ORDRE DES

ORCHIDÉES.

2e MÉMOIRE : ANATOMIE DU RHIZOME, DE LA TIGE ET DES FEUILLES, (1)

Par M. Ad. CHATIN,

Membre correspondant de la Société.

Nous examinons successivement dans ce travail : 1° le *rhizôme,* partie de la plante qu'on a supposée, jusqu'à nos recherches, être identique à la *tige* proprement dite, dont elle ne diffère toutefois, pas moins par son anatomie que par son milieu généralement souterrain; 2° la *tige,* divisée par les botanistes, d'après les formes qu'elle affecte dans les diverses espèces, en *bulbotige,* sorte de tige basilaire renflée formant comme le passage du rhizôme à la tige et en *tige ordinaire*; 3° le *pédoncule* ou tige florale, encore assimilé, par des considérations morphologiques ou organographiques, à la tige foliifère ordinaire, dont l'anatomie le distingue cependant, comme si sa structure se fût modifiée

(1) Le 1er mémoire, qui comprend *l'Anatomie des racines,* est inséré dans le tome IV des Mémoires de la Société, p. 5. (1856).

pour se mettre en harmonie de fonctions avec les appendices, modifiés aussi dans leur structure et leur action, qu'il porte; 4° les *feuilles*.

§ I. Anatomie du Rhizome.

Un examen anatomique attentif de la partie la plus inférieure du caudex ascendant des plantes, même de celles qui sont annuelles et paraissent avoir une tige parfaitement simple, permet presque toujours de reconnaître que cette partie diffère par quelques caractères, comme la présence de rayons médullaires, l'absence de trachées, etc., des portions de l'axe placées au-dessus d'elle. On peut, pour ne pas former un mot nouveau, étendre à cette partie inférieure, d'ailleurs habituellement souterraine, de l'axe, le nom de rizhôme; mais je négligerai, dans ce mémoire, le rhizôme purement anatomique qui ne se distingue point de la vraie tige par sa forme ou sa direction, pour ne m'occuper que du rhizôme classique des auteurs, de celui que caractérisent nettement, avec sa direction rampante et souterraine, l'émission de racines par son côté inférieur, la production de bourgeons à feuilles vers son côté supérieur ou à son extrémité qui se redresse alors en formant avec le rhizôme lui-même un angle plus ou moins droit. Le genre *Pleurothallis*, qui est habituellement pourvu d'un rhizôme traçant bien développé, va nous servir à décrire cet organe. Nous prendrons comme exemple le *P. prolifera*, charmante petite espèce portant au sommet de sa tige une épaisse feuille recourbée en une sorte de nacelle ou de berceau, dans lequel est enfermé et comme couché un petit épi de fleurs.

L'examen, à un grossissement suffisant, d'une coupe transversale du rhizôme de ce *Pleurothallis*, fait recon-

naître qu'il est formé des parties suivantes : la membrane épidermique, que forme une assise de cellules tabulaires vides de tous granules; 2° le parenchyme, qui s'étend, sans modifications sensibles dans sa texture, depuis la région sous-épidermique ou corticale jusqu'à l'axe de l'organe, et se compose (comme le parenchyme des racines) d'utricules à parois ponctuées; 3° un cercle fibro-cortical engagé dans l'épaisseur du parenchyme qu'il divise en deux régions, l'une externe et pouvant être dite corticale eu égard à son siége, l'autre interne ou médullaire. Ce cercle cortical, que forment d'épaisses fibres ponctuées, est brisé sur plusieurs points occupés par des utricules du parenchyme établissant la continuité entre la région externe et la région interne de ce dernier; 4° des faisceaux fibro-vasculaires, épars, mais non toutefois sans quelque régularité, dans la région interne du parenchyme. Les faisceaux, sensiblement pareils les uns aux autres, sont d'ailleurs formés des quatre éléments suivants : *a*, d'une zône de fibres épaisses et ponctuées qui en forment la circonférence; *b*, d'une zône, inscrite dans la précédente, mais plus épaisse du côté interne, de fibres d'un assez grand diamètre, à parois minces et non ponctuées; *c*, de quelques vaisseaux (ponctués ou rayés, jamais spiraux déroulables (?) disposés dans la portion interne et épaisse de la zône précédente; *d*, d'un petit amas de fibres cambiales très étroites et fort minces, placé au dehors de la portion interne ou vasculaire de la zône *c*.

La structure que nous venons de faire connaître se retrouve, sans notables modifications, dans le rhizôme du *Pleurothallis spatulata* et de quelques autres Orchidées; nous nous y arrêterons, car elle suffit pour montrer que le rhizôme, tout en pouvant tenir par quelques points à la racine et à la tige, diffère nettement, par son anatomie, de l'une et de l'autre.

Les racines du *Pleurothallis prolifera* se composent, en effet, d'une membrane épidermique à deux assises de cellules à parois simples [si, au lieu de s'être développées dans la terre ou dans la mousse humide, ces racines étaient aériennes, l'assise extérieure de leur membrane épidermique ferait place à une couche spongieuse (*velum* de M. Schleiden) de cellules spiralées], d'un épais parenchyme cortical à utricules ponctuées, d'une couche ligneuse fibro-vasculaire continue à utricules toutes ponctuées et à vaisseaux ponctués ou rayés, plus d'une petite moëlle enveloppée par la couche ligneuse. On voit : 1° qu'elle tient du rhizôme uniquement par la nature des utricules de son parenchyme et par celle de ses vaisseaux; 2° qu'elle diffère par sa couche épidermique, par le manque de zône fibro-corticale, par le groupement de tout le système fibro-vasculaire en un cercle continu et par la réduction habituelle de tout le système des fibres à une seule forme élémentaire.

Quant à la tige proprement dite du *P. prolifera*, bien que, comme on pouvait le penser, elle ressemble plus que les racines au rhizôme, sa structure en diffère par quelques points importants. Son épiderme, formé comme celui du rhizôme par une simple assise d'utricules, porte quelques stomates. La couche fibro-corticale existe, mais continue et non brisée, et, fait bien digne d'attention que nous retrouverons chez des *Brassavola, Cattleia, Epidendrum, Dendrobium*, etc., elle est immédiatement sous-épidermique, c'est-à-dire concentrique à toute la masse du parenchyme qui s'adosse à elle par sa portion la plus externe.

Son parenchyme s'éloigne à son tour de celui du rhizôme par une moins grande homogénéité, de nombreuses utricules chromulifères, les unes à parois simples, les autres à parois spiralées, s'entremêlant dans la région externe aux

utricules ponctuées, tandis que celles de la région interne contiennent pour la plupart des grains de fécule.

Enfin ses faisceaux fibro-vasculaires, fort semblables à ceux du rhizôme par leur disposition dans la portion intérieure du parenchyme et par leur composition, en diffèrent cependant par la présence constante de trachées bien déroulables.

Ainsi donc, en négligeant l'épiderme, dont la modification paraît directement commandée par la présence ou l'absence de la lumière, on trouve que le rhizôme se distingue de la tige par la non-continuité et le siège de la couche fibro-corticale, ainsi que par la simplicité ou l'homogénéité plus grande du parenchyme et du système vasculaire. On ne peut donc dire, sans confondre deux parties distinctes par leur structure anatomique comme elles le sont souvent par la durée, que le *rhizôme est une tige souterraine.*

Des auteurs, mêmes classiques, qui ont écrit sur le rhizôme, le confondent avec la *souche* prise dans un sens général. Leur erreur tient à ce que le nom de souche a été appliqué à deux organes fort distincts, savoir : à de vrais rhizômes ou même à des tiges enfouies sous la terre, comme on le pratique dans la culture de la vigne, et dans les Dicotylédones, à la base ou partie axile plus ou moins conoïde du corps radiculaire. On mettra fin à cette confusion, soit en renonçant tout-à-fait au mot souche, soit en ne se servant de celui-ci que pour désigner le corps des racines pivotantes.

§ II. Anatomie de la Tige.

Tandis que, comme nous le rappellerons plus loin, la structure des feuilles des Orchidées épidendres a déjà été l'objet de savantes recherches, celle de la tige de ces végé-

taux intéressants a été négligée jusqu'à ce jour. Les morphologistes, frappés de la forme du renflement prononcé qu'offre à sa base la tige d'un grand nombre d'espèces, se sont empressés de créer, pour désigner ces parties renflées, un nom, celui de *bulbotige*. Mais l'absence de caractères anatomiques de nature à faire distinguer des tiges ordinaires les bulbotiges, qui n'offrent en propre qu'une plus grande prédominance du tissu parenchymateux, nous oblige à réunir les unes et les autres dans une même étude.

Nous examinerons successivement, dans les principaux genres des Orchidées épiphytes, l'épiderme, le parenchyme, la zône fibro-corticale et les faisceaux ligneux ou fibro-vasculaires, parties constituantes de la tige.

I. Épiderme. — Comme celui du rhizôme et des feuilles, mais contrairement à l'épiderme de leurs racines et à celui de quelques *Cactus*, etc., pourvus de racines aériennes, le système épidermoïdal de la tige est habituellement formé d'une seule assise de cellules. Tantôt d'ailleurs, comme dans les *Pleurothallis prolifera* et *spatulata*, le *Liparis lanceolata*, le *Vanilla planifolia* et le *Physosiphon Loddigesii*, les parois des cellules sont minces; tantôt au contraire, comme dans le *Bolbophyllum Careyanum*, le *Dendrobium fimbriatum*, les *Epidendrum crassifolium* et *E. Inosmum*, le *Lœlia anceps*, le *Brassavola venosa*, le *Cattleia*, le *Maxillaria tenuifolia*, le *Catasetum ligulatum*, le *Cymbidium sinense*, les *Oncidium*, le *Vanda recurva*, etc., ces parois ont une épaisseur considérable. En somme, les cellules épidermiques à parois épaissies représentent l'état le plus ordinaire, tandis que les épidermes à cellules minces sont de beaucoup les plus rares dans la tige des Orchidées épidendres.

La *pellicule épidermique* ou cuticule, cette couche continue sur-épidermique qu'avaient entrevue Bénédicte de

Saussure et Hedwig, qui a pris définitivement place dans l'anatomie végétale par suite des recherches de M. Adolphe Brongniart, et à la connaissance intime de laquelle ont ajouté les observations de Meyen, de MM. Hugo de Mohl, Payen, Trécul, etc., atteint souvent à une épaisseur considérable.

C'est elle qui, moulée à la surface externe des cellules de l'épiderme dont parfois, comme chez le *Brassavola venosa*, elle se distingue assez bien par suite d'une sorte de décollement, forme en réalité l'épaississement du système épidermique. Dans plusieurs Orchidées épidendres la pellicule épidermique ne prend pas de développement sensible, bien que les cellules de l'épiderme tranchent sur celles du parenchyme par leur forme tabulaire; chez aucune de ces plantes elle n'existe à l'exclusion de l'épiderme. Cette existence de la pellicule épidermique quand l'épiderme lui-même est regardé comme absent ne peut-elle d'ailleurs s'expliquer par ce fait que les épidermes les plus caractérisés par la forme et la texture de leurs cellules passent insensiblement chez certaines espèces à la nature du parenchyme? J'avoue que je suis porté vers cette manière de considérer les choses, quand je compare la structure de la fronde du *Ceratopteris thalictroides*, espèce surtout donnée comme exemple de pellicule n'ayant pas d'épiderme pour substratum, à celle d'un grand nombre d'autres végétaux, de ceux surtout qui sont aussi à demi aquatiques.

II. PARENCHYME. — Les tissus utriculaires qui forment le parenchyme de la tige des Orchidées épidendres se présentent, au point de vue de la comparaison de la portion externe ou corticale et de la portion interne ou médullaire de celui-ci, sous trois états généraux ou types, entre lesquels existent d'ailleurs, comme entre toutes les distinctions faites plus par les naturalistes que par la nature, des organisations de passage ou de transition.

Dans le premier type, offert par le *Pleurothallis spatulata* et le *Dendrobium fimbriatum*, type qui n'est pas à beaucoup près le plus commun, comme on pourrait être porté à l'admettre en partant des idées qui ont cours sur l'homogénéité théorique de la structure des monocotylédones, le parenchyme est sensiblement identique, tant par la structure des parois des utricules que par le contenu de celles-ci, dans toute l'épaisseur de la tige.

Pendant que l'homogénéité de texture et de contenu des utricules caractérise le premier type, le second a pour caractère des différences soit dans la paroi même des cellules, soit plus souvent dans la nature des matières contenues, soit à la fois dans la structure des utricules et dans les substances déposées à leur intérieur. Dans le premier de ces cas rentre, jusqu'à un certain point, l'*Epidendrum cochleatum*; dans le second cas se placent d'une part le *Pleurothallis prolifera*, le *Liparis lanceolata*, le *Bolbophyllum Careyanum*, la plupart des *Epidendrum*, le *Brassavola venosa*, le *Cattleia Forbesii*, le *Catasetum intermedium* et le *Cymbidium sinense*, dont le parenchyme interne se distingue du parenchyme externe ou sous-épidermoïdal en ce qu'il contient de la fécule au lieu de chlorophylle, d'autre part le *Lœlia anceps* et le *Vanda recurva* dont le parenchyme central est habituellement formé d'utricules ne contenant ni fécule ni chlorophylle; enfin, comme se rattachant au troisième cas, savoir à celui des plantes dont le parenchyme interne diffère du parenchyme externe à la fois par la structure et par le contenu des utricules, je citerai le *Cattleia Mossiœ*, dont les utricules de l'intérienr sont ordinairement remplies de fécule et à parois unies ou simples, tandis que celles de la périphérie sont souvent à la fois comme chromulifères et à parois ponctuées.

Le troisième type offre, comme le second type, des diffé-

rences entre le parenchyme de l'intérieur et le parenchyme de la région externe, mais avec ce caractère de plus, que les deux portions de parenchyme sont isolées l'une de l'autre par l'interposition d'un cercle fibreux complet. Dans cette organisation, qui rappelle à certains égards celle des tiges d'un grand nombre de dicotylédones, on peut, sans s'écarter des analogies et sans donner aux idées que rappellent les mots une extension trop grande, désigner le parenchyme externe par celui de parenchyme cortical et le parenchyme intérieur par celui de moëlle. Cet isolement du parenchyme médullaire et du parenchyme cortical ou herbacé, plus commun d'ailleurs dans les pédicelles dont il est presque un des attributs, que dans les tiges proprement dites, peut être le résultat d'organisations qui du reste ne sont pas identiques.

Ainsi dans le *Vanilla planifolia* il est produit par une zône fibro-corticale distincte de tous les faisceaux fibro-vasculaires ou ligneux, tandis que dans le *Physosiphon Loddigesii* il se rattache à l'existence d'un cercle prosenchymateux auquel sont adossés, en une série régulière, tous ou presque tous les faisceaux fibro-vasculaires de la tige. Dans le *Vanilla* comme dans le *Physosiphon*, les utricules de la moëlle diffèrent de celles du parenchyme herbacé par le manque habituel de chlorophylle et par les ponctuations de leurs parois.

Le *Pleurothallis prolifera* offre presque, sous le rapport qui nous occupe, la structure du *Vanilla*. Toutefois chez lui le cercle fibro-cortical, brisé sur plusieurs points, laisse communiquer largement le parenchyme externe avec le parenchyne interne.

Je viens d'examiner les différences générales qui se présentent quand on considère, en les comparant l'une à l'autre dans leur ensemble, les portions externe et interne du paren-

chyme, il reste à signaler celles qu'on constate quand on a égard uniquement à la nature propre des utricules et abstraction faite de leur siège. Laissant de côté, comme moins important, ce qui tient à la forme même et aux dimensions, d'ailleurs assez variables, des utricules, je ne m'arrêterai qu'aux matières renfermées dans les cavités de celle-ci et à la texture de leurs parois.

Les parois des utricules sont assez souvent simples, c'est-à-dire non marquées de ponctuations, de raies ou de lignes diverses, mais fréquemment elles n'offrent pas le même caractère de simplicité. Tantôt alors les parois se marquent de ponctuations sensiblement arrondies comme sur les utricules du parenchyme intérieur du *Vanilla*, du *Physosiphon;* tantôt les ponctuations arrondies font place à des ellipses, comme dans le *Pleurothallis prolifera* et sur quelques unes des utricules des *Epidendrum crassifolium, E. Inosmum,* du *Brassavola venosa,* du *Lælia anceps,* de la plupart des *Cattleia, Catasetum, Cymbidium,* etc.; tantôt, au lieu de points arrondis et d'ellipses, les parois portent des réticulations diverses, ainsi qu'on le voit dans beaucoup d'*Oncidium*, le *Bolbophyllum Careyanum*, plusieurs *Epidendrum*, le *Lælia anceps,* etc.; enfin, et c'est là un cas si fréquent qu'on pourrait citer à l'appui le plus grand nombre des Orchidées épiphytes, les cellules offrent des spirales les unes simples, les autres doubles ou triples, là parallèles et ici diversement entrecroisées. Telle est la fréquence des utricules spiralées que, si elles ne paraissaient manquer tout-à-fait dans certaines espèces, telles que le *Vanilla planifolia,* les *Pleurothallis prolifera* et *spatulata,* etc., on serait porté à les regarder comme caractéristiques des tiges des végétaux qui nous occupent ; mais l'existence d'utricules spiralées n'est pas plus ici un caractère absolu dans les tiges que dans les feuilles. Les lames qui forment

les spirales peuvent d'ailleurs se dérouler, comme on l'observe chez les trachées. Assez souvent aussi la paroi des utricules vieillies, détruite dans les intervalles qui séparent les lames spirales, se présente à jour et comme éraillée. Fréquemment j'ai pu constater que la lame spirale était franchement interne à la paroi de la cellule mère; dans aucune plante je n'ai pu acquérir la certitude qu'elle fût extérieure à celle-ci.

Le *contenu* des utricules peut être aussi indiqué à grands traits quoique avec une exactitude suffisante. La portion externe du parenchyme renferme habituellement des granules verts assez gros. Le parenchyme interne est fréquemment féculifère, notamment dans les bulbotiges, où la fécule emmagasinée forme une réserve d'aliments pour la plante : très variables d'ailleurs par leurs formes et leurs dimensions, les grains d'amidon sont le plus souvent arrondis ou ovoïdes et ne mesurent que 0^{mm} 008 dans le *Pleurothallis*, tandis que dans le *Liparis lanceolata* ils se présentent sous la forme de belles ellipses pouvant atteindre à une longueur de 0^{mm}08! Dans presque toutes les Orchidées épiphytes on constate l'existence d'un certain nombre d'utricules à raphides; mais c'est inutilement que j'ai recherché, même dans le parenchyme immédiatement sous-épidermoïdal du *Vanilla*, les représentants de ces cristaux octaédriques qui sont placés un à un dans chacune des cellules (excepté dans celles qui avoisinent immédiatement les stomates) de l'épiderme. Des gaz existent fréquemment dans les cellules spiralées, qui, quoique le plus souvent vides de tous granules organiques, peuvent cependant contenir de la chlorophylle et de la fécule.

III. Système fibro-cortical. — Le système fibro-cortical n'a pas, dans la plupart des tiges des Orchidées épiphytes, d'existence propre ou indépendante des faisceaux fibro-

vasculaires. Mais il n'en est plus de même dans un certain nombre de ces plantes, où on le voit prendre un développement notable en s'isolant sur quelque point compris entre l'épiderme et les faisceaux fibro-vasculaires. Alors deux cas se présentent : ou, ce qui est l'état le moins ordinaire, le système fibro-cortical est engagé dans l'épaisseur du parenchyme qui l'enveloppe du côté externe aussi bien que du côté interne, ou ce système est immédiatement sous-épidermique et ne touche au parenchyme, auquel il est alors concentrique, que par son côté interne. Au premier cas se rattache le *Vanilla planifolia*; au second appartiennent au contraire les *Pleurothallis prolifera* et *spatulata*, le *Dendrobium fimbriatum*, l'*Epidendrum crassifolium*, le *Brassavola venosa;* les *Cattleia crispa*, *C. Mossiæ* et *C. Forbesii.*

Deux choses frappent tout d'abord dans le système fibro-cortical des Orchidées épiphytes, savoir : en premier lieu, l'existence non très rare de ce système dans un groupe de la classe des plantes monocotylédones qu'il y a peu d'années encore on regardait comme en étant toujours dépourvues; secondement, la situation fréquente de ce système, non, comme dans la généralité des Dicotylédones, sous le parenchyme cortical ou, tout au moins, dans l'épaisseur de ce parenchyme, mais extérieurement à lui ou exactement sous l'épiderme.

Il est d'ailleurs digne de remarque qu'à cet égard des différences peuvent exister, dans une même plante, entre le rizhôme et la tige proprement dite. Ainsi, dans le *Bolbophyllum Careyanum*, le système fibro-cortical du rizhôme est enveloppé par le parenchyme, tandis que celui de la tige est sous-épidermique.

Une autre observation est que les fibres corticales se disposent habituellement, quel que soit d'ailleurs leur siège

par rapport au parenchyme et à l'épiderme, en une couche continue, et non en paquets ou faisceaux isolés les uns des autres : quelques réserves doivent sans doute être faites pour le *Lœlia anceps* et quelques autres espèces. Je n'ai même pas observé, dans les tiges, ces brisures du cercle fibro-cortical qui existent dans le rhizôme du *Bolbophyllum.*

Les racines nous ont offert, chez les *Oncidium*, l'analogue de la couche fibro-corticale sous-épidermique qui vient d'être signalée dans les tiges. Toutefois, par la nature des éléments à parois peu épaisses et portant des raies, des spires et des réticulations diverses, cette couche corticale des *Oncidium* me paraît se rapprocher plus spécialement de ces cellules particulières du système cortical sur lesquelles M. Hugo de Mohl a récemment, dans un mémoire écrit d'un point de vue élevé, appelé l'attention du monde savant (1).

Les fibres des cercles corticaux des tiges nous ont toujours (?) paru être des fibres ponctuées pareilles à celles qu'on trouve dans la plupart des libers. Nous n'avons pas remarqué qu'elles fussent séparées par une zône de fibres minces, ou cambiales, du parenchyme qu'elles circonscrivent.

IV. Du système fibro-vasculaire, ordinairement dit sytème ligneux. — Nous considérons le système fibro-vasculaire de la tige dans la *disposition* et dans la *structure* intime de ses parties constituantes.

Comme dans la plupart des plantes monocotylédones, le corps fibro-vasculaire est constitué par un certain nombre de paquets ou faisceaux immergés dans la portion interne du tissu parenchymateux. La disposition des paquets les

(1) M. Hugo de Mohl, *Botan. Zeitung*, 1855, col. 873, *Ann. des Sc. Nat.* 1856, p. 141.

uns par rapport aux autres paraît tout d'abord, dans les cas les plus nombreux, n'être soumise à aucun ordre, mais presque toujours alors un examen attentif permet de reconnaître que ces faisceaux sont assez régulièrement ordonnés sur des cercles concentriques, qu'une couche plus ou moins épaisse de parenchyme sépare les uns des autres. Cette disposition des faisceaux sur des lignes circulaires, difficile à démêler quand, celles-ci étant en grand nombre (*Bolbophyllum Careyanum*), leurs éléments se pressent les uns les autres, est au contraire fort évidente dans celles des tiges dont les faisceaux sont en petit nombre (*Liparis lanceolata etc.*). Il arrive ici ce que chacun a pu observer sur les étamines. Celles-ci sont-elles peu nombreuses (*Oxalis, Geranium, etc.*), il est aisé de reconnaître et leur disposition verticillée et le verticille auquel chacune d'elles doit être rapportée ; sont-elles au contraire réunies en grand nombre, comme dans les *Malvacées*, etc., il semble que le désordre seul préside à leur arrangement.

Aux faisceaux fibro-vasculaires s'ajoutent, chez quelques Orchidées (*Physosiphon Loddigesii*) un cercle fibro-prosenchymateux qui donne au système ligneux de ces espèces l'apparence de celui d'une dicotylédone. Alors les faisceaux, souvent réduits à une seule zône, s'adossent régulièrement au cercle précédent ; parfois cependant un ou plusieurs faisceaux sont épars dans la moëlle ou le parenchyme central.

Si maintenant nous recherchons quelle est la structure intime ou la composition élémentaire des faisceaux, nous reconnaîtrons qu'à quelques différences près tenant à la proportion de chacun des éléments, tous les faisceaux fibro-vasculaires ont sensiblement la même structure dans une même plante.

Mais si, dans une espèce donnée, tous les faisceaux ont

entre eux la plus grande ressemblance, ils peuvent différer beaucoup avec les genres, et, parfois aussi, avec les espèces elles-mêmes.

La composition des faisceaux est plus ou moins complexe. Les uns, et ce sont les plus composés, sont formés de vaisseaux et de trois sortes de fibres; d'autres n'ont, avec les vaisseaux, que des fibres de deux sortes; dans les plus simples, l'élément fibreux est réduit à une seule forme.

Les faisceaux à trois sortes de fibres se ressemblent beaucoup, tant par la nature propre de chacun de leurs tissus élémentaires que par l'arrangement réciproque de ces tissus (réserve faite de la disposition des vaisseaux les uns par rapport aux autres). Nous prendrons au hazard, comme exemple, le *Liparis* ou le *Bolbophyllum*, qui offrent la structure suivante : *a*, à la périphérie et du côté extérieur des faisceaux sont d'épaisses fibres ponctuées disposées en une section de cercle dont les extrémités s'avancent plus ou moins et peuvent même, en se prolongeant et se rencontrant vers l'intérieur, compléter un cercle qui alors forme une enveloppe continue au reste du faisceau; *b*, à l'intérieur du cercle ou de la section du cercle des fibres épaisses *a*, et adossé à la portion moyenne, est un paquet de fibres minces non ponctuées et étroites, souvent granulifères, répondant à ce qu'on a successivement considéré comme vaisseaux du latex ou comme tissu du cambium; *c*, plus intérieurement que les éléments *b*, sont placés les vaisseaux, sur l'arrangement et la nature desquels nous entrerons plus loin en quelques détails; *d* enfin se trouvent, placées du côté interne des vaisseaux que parfois elles entourent complètement, des fibres qui tantôt se rapprochent des fibres *a* par leurs ponctuations tout en se distinguant par une moindre épaisseur de leurs parois, (*Bolbophyllum etc.)*; tantôt s'éloignent beaucoup de ces fibres *a* par leurs parois très minces

et non ponctuées qui établissent un rapport entr'elles et les fibres plus étroites, plus longues et encore plus minces décrites en *b*.

Les faisceaux dans lesquels les fibres sont réduits à deux des trois formes qui viennent d'être indiquées en *a*, en *b* et en *d* manquent les unes de la forme *b* (*Maxillaria, Vanda, Cattleia spec.*) les autres de la forme *d.* (*Brassavola venosa.*)

Enfin les faisceaux les plus simples, ceux dans lesquels une seule sorte de fibres est associée aux vaisseaux, sont réduits à la forme *a* (*Lœlia anceps, Cataseti, Cymbidii* et *Epidendri spec.*). Une mention spéciale doit être faite des larges aréoles qui, dans le *Catasetum lingulatum* et le *Cymbidium sinense,* remplacent les ponctuations des fibres ligneuses ordinaires.

Les vaisseaux se disposent dans les faisceaux d'après deux modes. Dans l'un de ceux-ci, le plus rare parmi les Orchidées épidendres quoiqu'il soit le plus commum dans l'ensemble des végétaux, les vaisseaux sont isolés les uns des autres par l'interposition des fibres (*Vanilla, Aerides, Pleurothallis*); dans le second mode, qui se retrouve surtout chez les végétaux parasites, les vaisseaux, tous immédiatement contigüs, se pressent en un paquet qu'enveloppent ordinairement de toutes parts les fibres du faisceau (*Liparis, Bolbophyllum, Epidendrum, Brassavola, Lœlia, Catasetum, Cymbidium, Vanda*, *etc.*)

Le rapport, assez constant, que j'ai plusieurs fois signalé entre la forme des vaisseaux et leur groupement ou leur disposition éparse est d'une constatation facile parmi les Orchidées. Avec l'isolement des vaisseaux coïncide leur forme en tube arrondi ; avec leur groupement en paquets, leur forme prismatique.

§ III. Anatomie de la Tige florale.

La structure des tiges florales ou des pédoncules n'a pas été étudiée jusqu'à ce jour par comparaison à la structure des tiges proprement dites, tant on était convaincu de l'identité des deux organes. Les fleurs, disait-on avec beaucoup de raison, se composent de feuilles modifiées en vue de la fonction spéciale qu'elles ont à remplir. Et comme on pensait que les modifications ne portaient que sur les appendices sans atteindre le support de ceux-ci, on n'avait émis aucun doute sur l'identité de structure des axes à feuilles et des axes à fleurs. Des différences habituellement fort appréciables établissent cependant une distinction entre les tiges et les pédoncules; les Orchidées épidendres suffiraient, malgré leur structure plus homogène que celle de beaucoup d'autres végétaux phanérogames, à établir cette distinction.

Quelques unes de ces plantes, parmi lesquelles je citerai en particulier le *Physosiphon Loddigesii* et le *Vanilla planifolia*, n'ont pas les pédoncules notablement différents de la tige elle même; mais il n'en n'est pas de même du *Maxillaria tenuifolia*, du *Catasetum intermedium*, de l'*Oncidium juncifolium*, du *Lœlia anceps*, et de beaucoup d'autres Orchidées

Chez le *Maxillaria*, en effet, les pédicelles se distinguent nettement de la tige: *a*, par le manque constant de lacunes dans l'épaisseur du parenchyme; *b*, par la forme des cellules épidermiques; *c*, par les trachées vraies, dont la proportion dans la masse du système vasculaire est beaucoup plus grande que dans la tige.

La tige florale de *Catasetum intermedium* diffère de la tige proprement dite de la même plante, comme dans le *Maxillaria tenuifolia*, par la nature des cellules de l'épiderme, par l'absence de lacunes du parenchyme, et par les trachées

plus nombreuses et plus facilement déroulables. Mais elle est de plus caractérisée par quelques différences dans la composition des faisceaux ligneux et surtout par l'existence d'un cercle complet de tissu fibro-prosenchymateux recouvert extérieurement par le parenchyme cortical et servant, par sa face interne, d'appui aux faisceaux ligneux qui s'ordonnent presque tous sur une ligne circulaire et affectent, par suite, une disposition beaucoup plus régulière que dans la tige.

L'*Oncidium juncifolium* a, comme le *Catasetum intermedium*, sa tige florale bien caractérisée par l'existence d'un cercle fibro-prosenchymateux complet auquel sont régulièrement adossés la totalité ou la presque totalité des faisceaux ligneux. Chacun de ceux-ci est d'ailleurs composé: *a*, du côté extérieur, par d'épaisses fibres ligneuses ponctuées le plus souvent disposées de telle sorte que sur la coupe transversale elles paraissent former une demi-lune ou un demi-cercle à extrémités atténuées; *b*, à l'intérieur, par un paquet de vaisseaux prismatiques rayés ou annulaires auxquels se mêlent à peine quelques trachées déroulables; *c*, d'un paquet de fibres minces et à parois unies placé entre le paquet vasculaire et la demi-lune (dont il remplit la concavité) du faisceau des fibres ligneuses.

Dans le *Lælia anceps*, enfin, le pédoncule se distingue nettement du bulbo-tige par son cercle fibro-prosenchymateux, par la concentration de ses faisceaux à la périphérie de la moelle qui devient lacuneuse dans la région axile, par la lacune qui se produit fréquemment dans l'épaisseur des faisceaux ligneux eux-mêmes par destruction d'une portion des tissus, et surtout par l'existence d'un grand nombre de trachées bien déroulables.

On pourrait multiplier les citations de faits établissant la distinction anatomique qu'il faut faire entre les axes de nutrition et les axes floraux; mais ceux que je viens d'exposer

suffisent à cette démonstration, peut-être cependant moins absolue chez les Orchidées épidendres que dans la plupart des autres végétaux.

§ IV. Anatomie des Feuilles.

Les feuilles des Orchidées épidendres ont une structure qui diffère à plusieurs égards de celle des autres végétaux, et qui, à ce titre, mérite toute l'attention des anatomistes. Rappeler qu'en ces derniers temps un savant botaniste a émis l'opinion que c'est spécialement par leurs feuilles que ces plantes puiseraient dans l'atmosphère, non seulement les gaz, mais encore les liquides nécessaires à l'entretien de leur vie, c'est dire aussi de quel intérêt est pour le physiologiste l'étude à laquelle nous allons nous livrer. Nous considérerons successivement dans les feuilles l'*épiderme*, le *parenchyme*, et enfin, le *sytème fibro-vasculaire*.

I. Épiderme. — Les cellules de l'épiderme des feuilles des Orchidées épiphytes sont généralement disposées sur une simple assise, même dans celles de ces feuilles qui sont de consistance coriace. Les cellules épidermiques varient assez habituellement suivant les espèces, quant à la forme de leur face en contact avec l'air. Assez régulièrement hexagonales dans le *Bolbophyllum Careyanum*, le *Pleurothallis prolifera*, le *Physosiphon Loddigesii*, le *Liparis lanceolata*, etc., elles affectent des formes sensiblement différentes dans l'*Epidendrum cochleatum* et l'*Epidendrum Inosmum*. Dans aucune espèce je n'ai observé ces cellules à contours fortement sinueux qui constituent si fréquemment l'épiderme des feuilles chez les autres végétaux.

Les parois des cellules sont le plus souvent d'une notable épaisseur (*Bolbophyllum* Pl. II); parfois cependant, comme dans les *Pleurothallis prolifera* et *P. spatulata*, elles sont

presque aussi minces que celles du parenchyme sous-jacent. Mais ce dernier état, à la fois favorable à l'absorption et à l'exhalaison des liquides, est vraiment l'exception dans le groupe des Orchidées épiphytes, dont les feuilles semblent plutôt organisées en vue d'une faible et très lente déperdition des liquides que contient le parenchyme.

La cuticule ou *pellicule épidermique*, ordinairement fort épaisse, affecte dans beaucoup d'espèces une texture plus ou moins granuleuse qui se traduit par diverses rugosités de la surface, comme on peut le voir dans le *Bolbophyllum Careyanum*, le *Physosiphon*, etc. L'épaississement de la cuticule peut prendre un développement spécial et extrême sur les points correspondants au milieu de chacune des cellules épidermiques sous-jacentes; alors se produisent ces bombements ou reliefs en forme de segment de sphère qui s'élèvent de la surface de l'épiderme dans le *Brassavola venosa* et l'*Oncidium juncifolium*.

Divers corps peuvent être contenus dans la cavité des cellules de l'épiderme. Tantôt, comme dans le *Pleurothallis prolifera*, ce sont des grains de chlorophylle, tantôt des grains incolores ou des gouttelettes huileuses comme dans le *Physosiphon* et l'*Aerides triangularis*, tantôt enfin, comme dans le *Vanilla planifolia*, ce sont des cristaux qu'on observe dans ces cellules.

Des *stomates* existent sur toutes les feuilles des Orchidées épidendres. Mais, tandis que dans quelques unes (*Brassavola venosa*, *Oncidium juncifolium*), ils existent à la fois à la face supérieure et à la face inférieure, chez les autres (*Liparis lanceolata*, *Dendrobium fimbriatum*, *Epidendrum cochleatum*, *E. crassifolium*, *Vanillæ* sp., etc.), ils appartiennent exclusivement à la face inférieure. Je n'ai rencontré aucune espèce dont les feuilles portassent des stomates à la face supérieure seule, et il n'est pas vraisem-

blable qu'un tel fait, dont les analogues doivent être recherchés parmi les végétaux à feuilles flottantes, se retrouve jamais parmi les Orchidées épiphytes, et ce nonobstant les nombreuses singularités de structure déjà offertes par celles-ci dans la structure de leurs organes foliacés.

Indépendamment des stomates ordinaires, on trouve chez quelques Orchidées épiphytes des perforations épidermiques qui pénètrent plus ou moins profondément dans le parenchyme de la feuille, et qui, au lieu d'être bordées par deux cellules labiales susceptibles de se rapprocher ou de s'écarter pour fermer ou pour agrandir la bouche épidermique, se présentent sous l'un des deux états suivants: — Les unes de ces perforations sont creusées au milieu même d'une cellule épidermique autour de laquelle sont symétriquement disposées en cercle les cellules contigües, ainsi que je l'ai vu dans le *Bolbophyllum Careyanum* (Pl. II, Fig. 2'''''); les autres se présentent comme de simples pertuis laissés par l'écartement des cellules voisines. Ces dernières ne seraient-elles pas simplement le second âge des premières, caractérisé par la destruction complète de la cellule d'abord perforée à son centre? A l'appui de cette opinion je citerai le *Pleurothallis spatulata*, plante dans laquelle j'ai vu la cellule perforée réduite à un fort bourrelet appliqué contre les cellules voisines dont elle ne semblait plus représenter qu'un épaississement marginal.

Quelles sont l'origine et la fonction de ces pertuis, qu'ont successivement observés, avant nous, Méyen, M. Schleiden et M. Trécul?

Les pertuis sont, pour Meyen, des stomates.

Pour M. Schleiden, qui, comme Meyen, les a observés sur le *Pleurothallis ruscifolia*, ils seraient les analogues des cavités laissées sur les feuilles des Nymphéacées ou de l'*Acrostichum alcicorne*, par la chûte de poils profonds.

M. Trécul, qui les a vus dans le *Physosiphon Loddigesii*, dans le *Lepanthes spatulata* et chez diverses espèces de *Pleurothallis*, les considère comme le canal excréteur d'appareils glanduleux auxquels il donne le nom de *glandes cryptoïdes*. Il incline d'ailleurs, sur ses propres observations, vers cette opinion de Schleiden, que chaque pertuis est formé par la chûte d'une cellule.

Ainsi: quant à l'origine, destruction d'une sorte de poil profondément engagé entre les cellules du parenchyme; et quant à la fonction, stomate suivant Meyen, glande d'après M. Trécul, telles sont les opinions émises sur les pertuis de la feuille d'un certain nombre d'Orchidées épidendres.

Comme MM. Schleiden et Trécul, j'admets que l'ouverture de la perforation peut résulter de la destruction d'une cellule ; mais j'ajoute que dans plusieurs espèces cette ouverture est creusée au centre même d'une cellule, comme il arriverait, par exemple, à un stomate ordinaire, si la cellule mère de ses deux cellules marginales ne se divisait que dans sa portion centrale, ou, si, après s'être partagée, elle redevenait simple par la soudure complète des extrémités des deux cellules provenant de son dédoublement.

Sur la question de fonction, j'admets volontiers, avec M. Trécul, que les pertuis donnent issue à une matière hydrocarbonée plus ou moins oléo-résineuse; mais, attendu que cette matière transsude d'autres points de l'épiderme sur les feuilles munies de pertuis, et de toute la surface épidermique des feuilles qui en sont privées, je ne saurais voir en ces derniers des appareils glanduleux. Je n'examinerai pas jusqu'à quel point l'existence d'utricules épidermoïdales, que M. Trécul dit tapisser toute la cavité des glandes cryptoïdes, est favorable à l'action de celles-ci ; mais j'avouerai que, comme à M. Schleiden, il ne me paraît pas que l'épiderme

fasse une rentrée dans les pertuis pour le revêtir jusqu'à son fond.

Les pertuis jouent-ils, comme le pensait Meyen, qui le premier les découvrit, le rôle de stomates? Contre cette opinion je ferai remarquer : *a*, que dans le *Bolbophyllum Careyanum*, le *Pleurothallis spatulata*, le *Physosiphon Loddigesii*, ils existent à la face supérieure de la feuille, tandis que c'est à la face inférieure que se trouvent les stomates de la même plante; *b*, qu'un caractère des stomates est de pouvoir s'ouvrir et se fermer suivant les besoins de la plante, tandis que les pertuis paraissent ne pouvoir se fermer; *c*, que dans quelques cas, ces pertuis s'arrêtent à la surface du parenchyme, au lieu de correspondre à des chambres creusées entre les utricules de celui-ci; *d*, que la matière verte est rare dans les utricules qui tapissent les pertuis. A l'appui de l'opinion de Meyen je trouve au contraire les faits suivants : *a*, il n'est pas rare que dans les Orchidées des stomates existent sur les deux faces des feuilles (*Brassavola venosa Oncidium junceum*, etc.), et d'ailleurs des pertuis existent, entremêlés aux vrais stomates, à la face inférieure des feuilles du *Bolbophyllum*; *b*, certains stomates paraissent, surtout dans les groupes inférieurs des végétaux, privés de la faculté de se fermer; *c*, en la plupart des cas, les pertuis répondent, comme les vrais stomates, à des cavités du parenchyme.

Les faits qui viennent d'être rapportés indiquent déjà que l'opinion de Meyen n'est pas insoutenable; voici une observation qui paraît établir qu'elle est fondée de tous points. Elle m'a été fournie par le *Vanda recurva* Hook. (*Sarcanthus rostratus* Lindl.)

Le *Vanda* présente à la face inférieure de ses feuilles, entre des cellules plus ou moins hexagonales à leur contour, d'autres cellules ovales à peu près également distantes les unes

des autres et percées à leur centre d'une ouverture qui ne diffère de celles du *Bolbophyllum*, etc., que parce qu'elle affecte la forme d'une croix ; chacun des pertuis cruciformes vient s'ouvrir dans une chambre à air creusée au milieu du parenchyme. Aucun appareil semblable n'existe à la face supérieure des feuilles. Or, si l'on considère, d'une part, que les pertuis épidermiques du *Vanda* sont placés exclusivement à la face inférieure de la feuille, comme les stomates ordinaires dans celles (et c'est le plus grand nombre) des Orchidées épidendres qui ne sont pas munies de ces organes à l'épiderme supérieur, qu'aucune Orchidée épidendre n'est privée de stomates et que dès-lors il est logique de penser que dans l'espèce qui semblerait en manquer il y a lieu de considérer comme en tenant lieu les pertuis, d'ailleurs ouverts dans les cellules spéciales et communiquant à de véritables chambres à air ; d'autre part, que les pertuis du *Vanda* ne peuvent être regardés comme différant, par leur nature et leurs fonctions, de ceux observés dans beaucoup d'autres Orchidées, on est conduit à conclure, avec Meyen, que l'histoire de ces pertuis doit être rattachée à celle des stomates. On connaît d'ailleurs de pareils stomates dans un certain nombre de plantes d'une organisation imparfaite avec lesquelles les espèces épiphytes, comme les plantes parasites ou les végétaux aquatiques considérés dans leur ensemble, ont plus d'un point de contact. Et quant au rôle de glandes récemment attribué aux parties qui nous paraissent si décidément devoir être reportées à l'appareil respiratoire, il suffirait, pour le faire rejeter, de se rappeler que le fait, en lui-même fort exact, savoir la sortie de produits de sécrétion par les pertuis des Orchidées, a été observé sur les stomates ordinaires.

Dans la plupart des plantes dicotylédones, les épidermes, au lieu d'être identiques sur les deux faces des feuilles,

diffèrent notablement, soit par la forme des cellules, soit par les stomates qui ordinairement manquent à la face supérieure ou n'y existent qu'en nombre moindre qu'à la face inférieure. Chez les monocotylédones au contraire, comme dans beaucoup de plantes grasses et d'espèces parasites à écailles squamiformes, quelle que soit d'ailleurs la classe de végétaux à laquelle ces dernières séries appartiennent, les deux épidermes sont habituellament semblables, tant par la configuration des cellules que par le nombre des stomates. Or, contrairement à ce que les faits généraux que je viens de rappeler pouvaient faire prévoir, les épidermes des Orchidées épidendres diffèrent généralement l'un de l'autre, sinon par les cellules qui ont souvent entr'elles la plus grande ressemblance, du moins par les stomates qui, dans la très grande majorité des espèces, manquent à l'épiderme supérieur. Comme il sera dit un peu plus loin en traitant du parenchyme, les différences entre les deux épidermes n'entraînent pas aussi souvent ici que dans les autres végétaux des différences correspondantes dans le parenchyme. A cet égard les Orchidées épidendres intéressent comme offrant de fréquentes infractions aux lois ou rapports reconnus dans les autres plantes.

II. Parenchyme.— Le parenchyme des feuilles ne mérite guère, dans la plupart des végétaux, une description spéciale, mais il n'en est plus de même chez les Orchidées épidendres, plantes dans lesquelles il y a à tenir compte d'autres utricules que de celles à parois simples, et qui d'ailleurs diversement disposées, forment la masse parenchymateuse des premiers. Ces éléments de nature spéciale qui ici s'ajoutent aux éléments ordinaires du parenchyme des feuilles, sont les *utricules spiralées*, successivement apperçues par Meyen, par M. Schleiden, par M. Hugo de Mohl et par M. A. Richard, puis en ces derniers temps par M. Trécul, à qui la science

est redevable d'observations nombreuses dont l'importance, déjà grande, eût été plus considérable encore si des circonstances particulières n'avaient porté ce savant et zélé botaniste à presser la publication de son travail.

Les observations de M. Trécul se rapportent, les unes à la présence et à la situation qu'occupent les utricules spiralées dans la masse parenchymateuse, les autres au mode et à l'ordre de formation des spirales de ces utricules. Voici en peu de mots les résultats des recherches de M. Trécul touchant la position et l'ordre de production des cellules spiralées, derniers points sur lesquels mes propres observations me permettent d'avoir une opinion.

Relativement aux cellules spiralées on peut (dit M. Trécul, qui ne comprend pas seulement dans ses aperçus les seules espèces épidendres, mais la famille tout entière,) classer les Orchidées d'après trois types, savoir :

Premier type. — Comme dans le plus grand nombre des plantes, manque complet de cellules spiralées (*Orchis mascula, Gymnadenia conopsea* et *Epipactis palustris* parmi les espèces terrestres, *Dendrobium speciosum* parmi les Orchidées épidendres.)

A ce type doivent être aussi rattachés, parmi les épidendres, le *Dendrobium fimbriatum*, les *Epidendrum crassifolium* et *E. Inosmum*, le *Vanilla planifolia*, les *Cattleia crispa, C. Mossiæ* et *C. Forbesii*, le *Maxillaria tenuifolia*, le *Catasetum lingulatum*, le *Cymbidium sinense*, le *Vanda recurva*, et beaucoup d'autres espèces. Ce manque fréquent des utricules spiralées dans le tissu des feuilles des Orchidées épiphytes devra inspirer de la réserve aux botanistes qui seraient tentés d'accorder un rôle très important pour la vie aérienne des espèces, aux utricules spiralées de leurs feuilles.

Deuxième type. — Les utricules spiralées (toutes inco-

lores) sont disposées entre les utricules vertes qui seules sont en contact avec l'épiderme de la feuille (*Bolbophyllum recurvum*, *Megaclinium maximum*, *Saccolobium* et *Pleurothallis* divers).

A ce type, auquel me paraissent appartenir l'*Epidendrum cochleatum*, l'*Aerides triangularis* et l'*Oncidium intermedium*, pourraient être rattachés l'*Oncidium juncifolium* et le *Bolbophyllum Careyanum* (Pl. II.), qui offrent toutefois des utricules spiralées entremêlées aux autres utricules sous-épidermiques. J'ai vu le même fait dans le *Pleurothallis spatulata*, cité par M. Trécul comme exemple de son deuxième type ; sans doute que ces différences dans les résultats de l'observation correspondent à des âges différents des tissus où à des différences individuelles.

Troisième type. — Le tissu vert est entièrement isolé de l'épiderme, sur toute l'étendue de la feuille, par des utricules incolores, dont les unes au moins sont spiralées (*Pleurothallis spatulata*, *P. racemiflora*, *P. laxiflora*, *P. panicoïdes*, *Lepanthes cochlearifolia*, et *Physosiphon Loddigesii*).

La disposition symétrique de quelques assises de longues cellules spiralées dirigées perpendiculairement aux faces de la feuille est, dans quelques unes des plantes de ce type, dans le *Pleurothallis spatulata* surtout, des plus remarquables. C'est d'ailleurs parmi ces plantes que se trouve une remarquable exception (dont l'indication se présentera bientôt) à la disposition du parenchyme vert dans l'ensemble des végétaux.

Aux trois types qui précèdent pourraient en être ajoutés quelques autres. Ainsi :

a — Les utricules spiralées sont entremêlées aux cellules vertes, même au contact de l'épiderme (*Bolbophyllum Careyanum*, etc.). Ce cas forme la transition du type 2e au type 3e.

b — Les utricules sous-épidermiques sont ordinairement les seules non spiralées (*Brassavola venosa*). Ce cas est assez l'opposé du type 3e.

c — Les utricules peuvent être toutes spiralées et néanmoins, être vertes (*Lælia anceps*).

D'autres faits, plus ou moins différents de tous les précédents, seront sans doute observés, ce qui aura pour effet, en multipliant les *types*, de les faire passer les uns aux autres, c'est-à-dire de les faire disparaître pour leur substituer un nombre assez considérable d'états ou *cas*.

Un point de l'histoire des cellules spiralées qui doit être modifié, est celui relatif à la matière verte que l'on croyait ne jamais exister dans ces cellules. Tel est bien, en effet, le cas le plus ordinaire; mais on peut voir que cette matière existe dans les utricules franchement spiralées du *Brassavola venosa*, du *Lælia anceps*, etc.

Parfois les parois des cellules porteraient, suivant M. Trécul, des réticulations. Signalé par M. Trécul dans l'*Epidendrum fragrans*, ce cas doit être fort rare. Il ne faudrait pas prendre pour des réticulations ou de larges ponctuations les dépressions ou impressions des utricules qu'on observe dans le *Bolbophyllum*, le *Lælia*, divers *Cattleia*, etc.

Si l'on compare, sous le rapport des spirales, les feuilles aux tiges d'une même plante, on trouve qu'assez fréquemment il existe dans celles-ci des utricules spiralées qui manquent aux feuilles; cette observation peut être faite sur l'*Epidendrum crassifolium*, le *Maxillaria tenuifolia* et le *Catasetum lingulatum*. Chez d'autres plantes (*Epidendrum cochleatum*, *Bolbophyllum Careyanum*), la différence est seulement du plus au moins, les tiges étant d'ailleurs les plus riches en spiricules. Un cas, sans doute beaucoup plus rare que les précédents, et que je n'ai encore observé que dans le *Pleurothallis spatulata*, est celui où les feuilles ont des utricules spiralées qui font défaut à la tige.

Les réticulations peuvent, parallèlement aux spirales, exister dans la tige et manquer dans les feuilles (*Cattleia crispa* et *C. Mossiæ*).

On sait que dans la grande majorité des plantes (dans les Dicotylédones surtout), le parenchyme des feuilles est de deux sortes, dont chacune occupe une position donnée. Sous l'épiderme de la face supérieure, et perpendiculairement à celle-ci est le parenchyme *vert et dense* que forment des cellules oblongues ou ovées étroitement pressées entr'elles; du côté de la face inférieure se trouve au contraire un parenchyme lâche et souvent caverneux dont les utricules ne contiennent que peu de matière verte. Telle est aussi la structure de quelques Orchidées épidendres dans lesquelles il faut compter, sous quelques réserves pour une ou deux assises de petites utricules immédiatement sous-épidermiques, le *Bolbophyllum Careyanum*, le *Cattleia crispa* et le *C. Mossiæ*.

Le cas le plus ordinaire est, comme en beaucoup de monocotylédones, que le parenchyme ait sa matière verte répartie à peu près indifféremment dans toute sa masse, ou tout au moins, à peu près également vers les deux faces de la feuille.

Mais le fait qui me paraît être de tous le plus remarquable dans l'histoire du parenchyme des Orchidées épiphytes, est celui que j'ai observé dans le *Pleurothallis spatulata* et le *Physosiphon Loddigesii*. Contrairement en effet à ce qui a lieu dans la généralité des végétaux qui ont vers la face supérieure des feuilles leur parenchyme vert et dense, c'est près de la face inférieure elle-même, dont il n'est séparé que par une assise d'utricules spiralées incolores, qu'est placé ce parenchyme.

J'ai fait la remarque que des rapports d'une assez grande constance et qui peuvent être formulés comme il suit, rattachent le parenchyme à l'épiderme des feuilles :

1er Rapport. Si les épidermes des deux faces de la feuille se ressemblent, tant par leurs cellules que par leurs stomates, le parenchyme est homogène, ou du moins, symétrique et divisible en deux parties semblables par un plan qui passerait au milieu de la feuille parallèlement à ses faces. Ici se placent le *Pleurothallis prolifera*, les *Oncidium intermedium* et *O. juncifolium*.

2e Rapport. — Si les épidermes des deux faces de la feuille sont dissemblables ou hétérogènes, le parenchyme est lui-même hétérogène et asymétrique. A ce rapport appartiennent le *Brassavola venosa*, le *Pleurothallis spatulata*, le *Physosiphon Loddigesii*, les *Cattleia crispa* et *C. Mossiæ*.

Aux rapports précédents échappent au contraire le *Vanilla planifolia*, le *Dendrobium fimbriatum*, les *Epidendrum cochleatum*, *E. crassifolium*, *E. Inosmum*, le *Lælia anceps*, le *Vanda recurva*, etc., dont le parenchyme est sensiblement homogène quoique les épidermes des deux faces soient dissemblables. Pour ne pas donner toutefois une trop grande importance aux fréquentes exceptions offertes par les Orchidées à des lois justes pour la grande majorité des végétaux, je dois faire remarquer que dans tous ces cas les différences ne portent pas sur la nature des cellules épidermiques, mais seulement sur les stomates considérés dans leur présence ou leur absence, dans leur nombre relatif et dans leur nature. J'ajouterai que si, avec des épidermes ainsi dissemblables coïncide un parenchyme homogène, je n'ai jamais observé cette autre exception qui consisterait en l'existence d'un parenchyme asymétrique, les épidermes des deux faces étant semblables entr'eux.

Quant à la formation des spirales dans les utricules du parenchyme, elle procèderait, suivant M. Trécul, de la page inférieure à la page supérieure des feuilles. Mes observations me conduisent toutefois à admettre qu'il n'en est pas

toujours ainsi, les spirales pouvant apparaître sur plusieurs points à la fois. Ainsi dans le *Pleurothallis prolifera* et le *Brassavola venosa*, les spirales se montrent à la fois vers les deux faces et dans la partie moyenne de la feuille, et dans l'*Epidendrum cochleatum*, c'est dans la partie moyenne du parenchyme qu'elles apparaissent d'abord pour s'avancer ensuite vers les deux faces de la feuille.

Les réticulations, qui par leur fréquence chez les Orchidées terrestres paraissent remplacer chez elles les spirales des Orchidées épiphytes, présentent comme celles-ci divers cas dans l'ordre de leur développement.

Nous ne terminerons pas sur le parenchyme, sans faire la remarque que des *lacunes* peuvent exister dans son épaisseur (pétioles du *Bolbophyllum*, des *Epidendrum cochleatum* et *E. Inosmum*, du *Cymbidium sinense*).

III. Système fibro-vasculaire. — Le système fibro-vasculaire des feuilles des Orchidées épidendres doit être considéré : *a*, dans le nombre et la disposition des faisceaux qui le forment ; *b*, dans la structure même de ces faisceaux.

Comme chez la plupart des plantes monocotylédones, le nombre des faisceaux est considérable; bien rarement il descend jusqu'à 9 ou 11 (*Physosiphon*, *Sarcanthus*).

La *disposition* des faisceaux offre, ordinairement suivant les genres et quelquefois aussi suivant les espèces, des différences importantes. Ils forment une seule assise, ou se présentent sous un seul plan, dans le *Vanilla planifolia*, le *Bolbophyllum Careyanum*, le *Sarcanthus rostratus*, etc. Je les ai vus sur deux plans dans le pétiole du *Bolbophyllum*. Très fréquemment ils sont disposés sur trois plans, ainsi que le montrent les *Epidendrum*, les *Cattleia*, le *Lælia anceps*, le *Catasetum lingulatum*. Ils peuvent être assez régulièrement placés sur cinq assises, comme dans le *Maxillaria tenuifolia* et l'*Oncidium intermedium*; plus rarement sur quatre, comme

dans le *Cymbidium sinense;* ou enfin, être en nombre indéfini et comme épars dans la masse du parenchyme, ainsi qu'on peut le voir dans l'*Oncidium juncifolium* et le *Brassavola venosa.*

Règle générale : quand les faisceaux sont rangés sur plusieurs plans, ceux de l'assise moyenne sont ordinairement plus gros (et plus composés) que ceux des plans supérieurs et inférieurs.

La disposition des faisceaux peut ne pas être la même dans le pétiole et la lame; si en ce cas le nombre des assises diffère, c'est dans le pétiole que ce nombre est le plus grand.

Les faisceaux des feuilles offrent divers degrés de *composition.* Eu égard à cette dernière et au siége qu'ils occupent, les faisceaux peuvent être divisés en faisceaux du plan médian et en faisceaux voisins des faces de la feuille.

Les faisceaux du plan médian (qui souvent existent seuls) peuvent être désignés aussi sous le nom de faisceaux *majeurs,* eu égard à leur volume plus considérable que celui des faisceaux des plans supérieurs et inférieurs, qu'en raison de leur petitesse on peut distinguer par l'épithète de faisceaux *mineurs.*

Les faisceaux majeurs sont fréquemment, comme les faisceaux fibro-vasculaires des tiges, composés de quatre éléments, savoir: *a*, de fibres épaisses et ordinairement ponctuées qui forment à la masse du faisceau une enveloppe ou complète, ou réduite à une section de cercle qui entoure alors la portion inférieure du faisceau; *b*, de fibres minces et non ponctuées, encore assez épaisses, qui forment habituellement aux vaisseaux une enveloppe immédiate, à moins que celle-ci ne soit interrompue sur un point par le paquet des éléments dits du cambium; *c*, par les fibres groupées en paquet, tenues, très minces et souvent granu-

lifères, formant ce qu'on désigne par le nom de tissu du cambium; *d*, enfin, par les vaisseaux, organes qui sont quelquefois isolés entre les fibres *b* (*Liparis lanceolata, Pleurothallis spatulata* et *P. prolifera*, *Physosiphon Loddigesii*, *Oncidium intermedium* et *O. juncifolium),* mais qui le plus ordinairement sont réunis en un paquet vers le centre du faisceau (*Maxillaria tenuifolia, Bolbophyllum Careyanum*, etc. Pl. II. Fig. 2" et 2"'.)

Le nombre des éléments des faisceaux majeurs paraît se réduire quelquefois à deux, savoir, aux vaisseaux et aux fibres *a* ou *b*; mais il n'est pas rare de le voir ramené seulement à trois éléments, qui sont les fibres *a*, les éléments *b* ou *c*, et enfin les vaisseaux *d*. Je ne les ai jamais vus composés d'un seul élément, état qui me paraît ne devoir pas exister pour eux.

Les faisceaux mineurs, qu'on peut dire aussi faisceaux *subordonnés*, parce qu'ils n'existent jamais seuls, leur existence étant subordonnée à celle des faisceaux majeurs, ou *corticaux* pour rappeler l'analogie de composition qu'ils offrent avec les faisceaux extérieurs ou corticaux de quelques tiges d'Orchidées, consistent uniquement en un paquet de fibres épaisses et habituellement ponctuées. On les trouve dans les *Epidendrum Inosmum* et *crassifolium*, ainsi que dans l'*Oncidium intermedium* et l'*O. junceum*. Une fois, dans l'*Epidendrum cochleatum*, une série de faisceaux mineurs se rapprochait de la composition des faisceaux majeurs.

Une structure spéciale, remarquable et très complexe, caractérise les plus gros faisceaux du *Liparis lanceolata*.

Il existe fréquemment de grands rapports, on peut dire même, une parfaite identité de structure entre les faisceaux des feuilles et ceux des tiges, comme on peut le voir dans le *Bolbophyllum Careyanum* (Pl. Fig. 1' et 1" comparées

aux Fig. 2' et 2"), le *Pleurothallis spatulata*, etc. Mais des différences peuvent toutefois exister. C'est ainsi que le *Vanilla planifolia* a quatre éléments aux faiceaux de la tige et seulement trois à ceux des feuilles, tandis que dans le *Dendrobium speciosum* et le *Liparis lanceolata*, ce sont les faisceaux des feuilles qui sont au contraire plus complexes que ceux des tiges.

Enfin, les faisceaux mineurs ou corticoïdes manquent assez souvent aux feuilles, bien qu'ils existent dans les tiges; toutefois le fait inverse est offert par l'*Epidendrum Inosmum.*

Arrivé à la fin des études anatomiques que nous venons d'exposer, nous ne devons pas taire que nous les tenons pour incomplètes. Aussi reprendrons-nous un jour, pour essayer de le remplir, le tableau dont nous ne donnons guère aujourd'hui que le cadre. Des recherches de physiologie expérimentale nous paraissent d'ailleurs devoir être, chez les Orchidées épidendres surtout, le complément des études anatomiques; tout n'est pas dit sur la vie de ces belles et singulières plantes.

Après avoir fait connaître les modifications profondes que le milieu détermine dans la structure des racines, nous avons jeté quelque jour sur le mécanisme qui préside à l'action de ces organes; mais ici même, le sujet n'est qu'effleuré, et tout reste à faire pour établir la part que prennent, dans l'ensemble du phénomène, les tissus spéciaux par leur nature intime et par leurs modes d'aggrégation, qui entrent dans la composition de la tige et des feuilles.

Il est d'ailleurs inutile de dire, au point de vue de l'anatomie, que les rapports et les différences de structure des Orchidées épidendres ne sauraient être mis en parfaite évidence que par la comparaison, d'abord avec les Orchidées

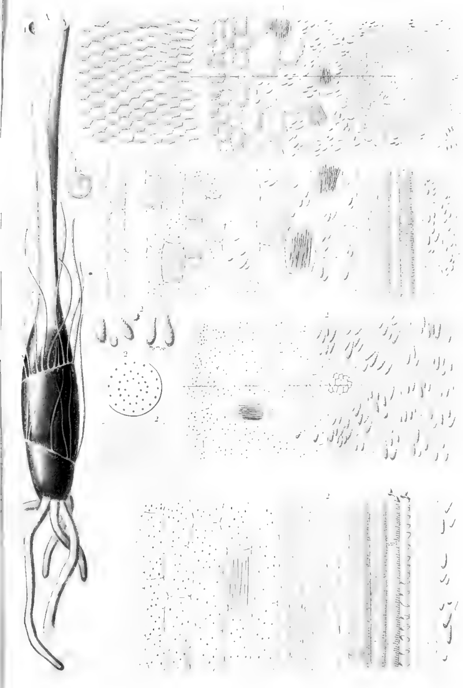
LIPARI

A

a

1 b

LIPARIS, LANCEOLATA?



A. *Port* 1.1'' *Racine*. 2.2''' *Bulbotige*.

terrestres, ensuite avec les grandes divisions du règne végétal. Mais les études sur celles-ci sont-elles assez avancées pour qu'une comparaison quelque peu complète puisse dès aujourd'hui être tentée. Je n'hésite pas à me prononcer pour la négative. Dans cette direction, un premier pas, consistant en l'étude des Orchidées terrestres, fera l'objet d'un mémoire que je prierai la Société des Sciences Naturelles de Cherbourg de vouloir bien accueillir.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE I. — *Liparis lanceolata?*

Fig. A. Partie inférieure de la plante. — On voit sur le bulbotige des fibrilles répondant aux nervures des feuilles détruites.

Fig. 1-1'' Racine. — Fig. 1. Tranche horizontale d'une racine. — *a*, grosseur naturelle ; *b*, coupe faiblement grossie : le cercle coloré périphérique répond à l'enveloppe spongieuse et se superpose à la couche parenchymateuse au centre de laquelle est le corps ligneux.

Fig. 1'. Segment plus grossi de la coupe 1. — On compte de dehors en dedans : 1° les utricules spiralées de l'enveloppe spongieuse, utricules dont l'assise interne, qui est la plus jeune, ne montre que de faibles stries transversales ; 2° le parenchyme dont les utricules, souvent réticulées dans la région externe où elles offrent quelques granules de matière verte, contiennent vers l'intérieur de la fécule ou des raphides ; 3° le corps fibro-vasculaire , composé d'épaisses fibres ponctuées entre lesquelles sont épars quelques vaisseaux à section arrondie ; 4° une moelle petite, dense, dont les cellules polyédriques contiennent quelques grains de fécule.

Fig. 1''. Coupe longitudinale menée sur la coupe 1' depuis l'intérieur de l'enveloppe spongieuse jusqu'au centre de la moelle. — On y trouve tous les éléments signalés en 1'.

Fig. 2-2''''. Bulbotige. — Fig. 2. Coupe transversale du bulbotige vers le milieu de sa hauteur. — Les points colorés représentent les faisceaux fibro-vasculaires.

Fig. 2'. Segment plus grossi de la coupe précédente allant de l'épiderme au-delà d'un faisceau qu'il comprend tout entier. On voit de dehors en dedans : 1° l'assise des cellules épidermoïdales ; 2° le parenchyme externe dont les utricules contiennent de la chlorophylle ; 3° le faisceau fibro-vasculaire que forment, du côté extérieur, un demi-cercle d'épaisses fibres ponctuées, du côté intérieur, un demi-cercle de fibres minces ; à l'intérieur un paquet de de petites fibres cambiales adossé aux fibres épaisses, plus un paquet de vaisseaux plus ou moins complètement enveloppé par les fibres minces ; 4° les utricules du parenchyme intérieur dans lequelles sont contenus des grains de fécule.

Fig. 2''. Coupe longitudinale menée de l'épiderme au-delà d'un faisceau suivant le trait marqué sur la figure 2'.

Fig. 2'''. Fragment d'épiderme vu en-dessus.

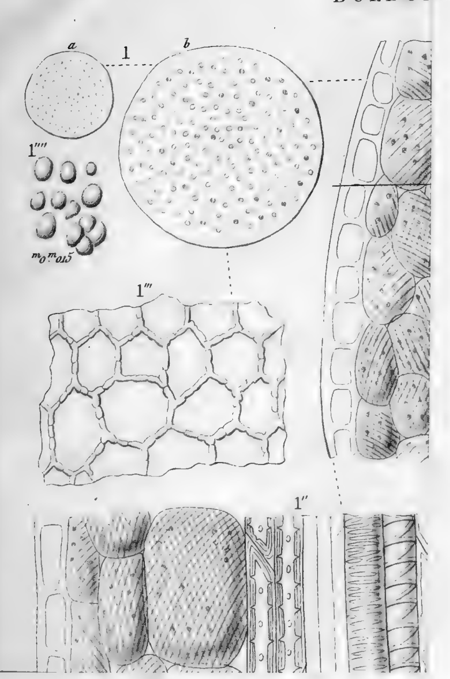
Fig. 2''''. Fécule de rhizôme très grossie, le grand diamètre des grains les plus gros est de 0^{mm} 06 à peu près.

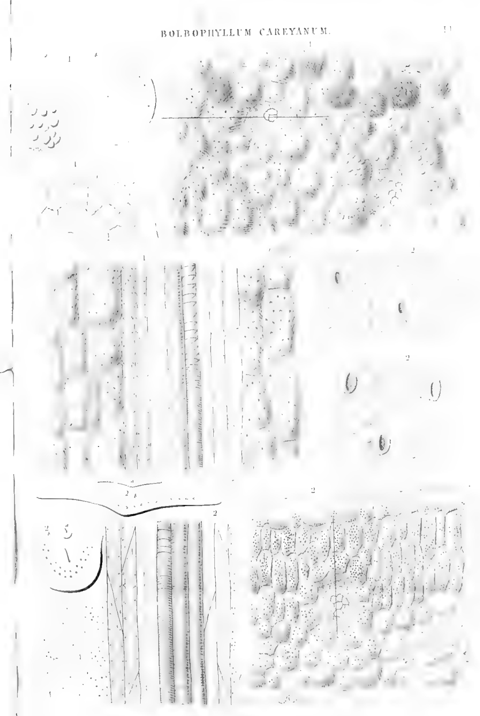
PLANCHE II. — *Bolbophyllum Careyanum.*

Fig. 1-1''''' Bulbotige. — Fig. 1. Coupe horizontale : *a*, grosseur naturelle ; *b* coupe un peu grossie, les points colorés répondent aux faisceaux.

Fig. 1''. Segment de la coupe précédente comprenant deux des faisceaux. Sous l'épiderme, formé d'une assise d'utricules à parois épaisses, existe dans le parenchyme extérieur chromulifère un premier faisceau ; le second faisceau est situé dans le parenchyme intérieur, qui est féculifère. Sur les parois des cellules se voient des spirales, les unes simples, les autres entrecroisées. Les faisceaux se composent : *a*, d'un cercle, souvent incomplet vers l'extérieur, d'épaisses fibres ponctuées ; *b*, d'un paquet de petites

BOLBOP





1.1.Bulbotige. 2.2.Feuille.

fibres cambiales; *c*, d'un paquet de vaisseaux; *d*, de fibres assez minces et cependant à parois ponctuées.

Fig. 1''. Coupe longitudinale menée depuis la surface épidermique jusque dans le parenchyme placé au-delà du premier faisceau; on voit que des deux vaisseaux contigüs l'intérieur seul est spiralé.

Fig. 1''' Lambeau d'épiderme.

Fig. 1''''. Fécule; son diamètre est de 0m/m 015 seulement.

Fig. 2-2'''''. Feuille.— Fig. 2. Pétiole ou feuille à sa base, coupe horizontale : *a*, grosseur naturelle; *b*, coupe un peu grossie. Au milieu du parenchyme sont deux assises de faisceaux (représentés par les points colorés) au-dessous desquelles on voit une rangée de lacunes.

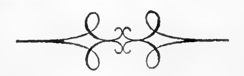
Fig. 2'. Coupe horizontale de la lame : *a*, grosseur naturelle; *b*, la même grossie : les paquets ligneux forment une simple assise au milieu du parenchyme.

Fig. 2''. Segment de la feuille comprenant un faisceau. — L'épiderme inférieur porte deux stomates, l'épiderme supérieur est percé sur un point de son étendue répondant à ce qui a été regardé comme glande cryptoïde. Entre le parenchyme supérieur ou dense et le parenchyme inférieur, est placé le faisceau que forment: à la circonférence, d'épaisses fibres ponctuées, à l'intérieur, un paquet vasculaire et de minces fibres cambiales.

Fig, 2'''. Coupe longitudinale menée du parenchyme supérieur au-delà du faisceau des trois vaisseaux que traverse la section, le vaisseau supérieur est seul parcouru par une spirale à tours d'ailleurs inégalement pressés; sur les utricules du parenchyme sont marqués des empreintes circulaires.

Fig. 2''''. Lambeau de l'épiderme inférieur. Il porte trois stomates ordinaires.

Fig. 2'''''. Lambeau de l'épiderme inférieur. On y compte deux stomates par perforation simple considérée comme étant l'orifice de glandes dites cryptoïdes.



CLOCHE HYDRAULIQUE,

Appareil apte à descendre sous l'eau, remonter, flotter à la surface, ou entre deux eaux, au gré de l'équipage qui s'y enferme, destiné à faciliter l'exécution des travaux sous-marins.

Substitution de son emploi à celui du Bateau Plongeur,

Par le Dr PAYERNE.

SES CAUSES.

Mon bateau plongeur dont l'efficacité, au point de vue des travaux hydrauliques, était encore contestée en 1852, est définitivement entré depuis cette époque dans le domaine de la pratique. Le creusement de la passe Chantereyne à Cherbourg, dans une roche composée sur quelques points de schiste talqueux, sur la plupart des autres points de quartz arénacé et assez souvent veiné de quartz hyalin, s'est effectué avec un succès réalisable, il est vrai, à l'aide de la cloche à plongeur, mais dont la dépense eût atteint, si elle ne l'eût dépassé, le chiffre de 250,000 francs. Réduite par le bateau plongeur à 71,000 francs pour le budjet de la marine, elle n'a rapporté que 58,000 francs de recette brute au véritable exécuteur de l'entreprise.

Aux époques de l'année où la violence de la mer n'amenait aucune interruption de travail, l'extraction d'un mètre cubique de rocher massif, par une profondeur moyenne de 5 m. 50, n'atteignait pas 30 francs. Mais quand les vents

d'amont s'engouffraient dans la passe avec une force suffisante à faire prendre deux ris à la voilure d'un navire, la mer y devenait si furieuse que le chômage en était une conséquence inévitable.

L'espoir de trouver le fond plus tranquille que la surface, a fait essayer de plonger malgré le mauvais état de la mer. Ces essais ont été infructueux pour plusieurs causes : d'abord, l'agitation s'étendait jusqu'au fond et troublait l'eau; ensuite, la houle faisant varier le niveau de la colonne d'eau pesant sur l'air de la chambre de travail, celle-ci se vidait et s'emplissait proportionnellement à la pression soustraite par le creux, et à celle ajoutée par le plein de la lame. Parfois même la dilatation occasionnée par le creux donnait lieu à des échappements d'air par le fond ouvert de la chambre, tandis que le plein ne tardait pas à produire un effet contraire. Il fallut se résigner à obéir aux capricieuses interdictions de la mer. Le salaire payé aux ouvriers durant le chômage, augmenté des frais généraux non interrompus par le mauvais temps, a porté à 50 francs le prix de revient du mètre massif d'extraction. Par moins de 10 m. d'eau, c'est-à-dire, par les profondeurs sur lesquelles l'agitation de la surface a une action directe, je n'entrevois pas de palliatif efficace aux effets d'une mer agitée.

A d'autres points de vue, la substitution de l'appareil que je vais décrire, doit amener une nouvelle réduction dans le coût des travaux sous-marins. A cette fin, il faut que l'appareil substitué jouisse de plusieurs avantages refusés au bateau plongeur : 1° celui de travailler dans un angle horizontal ou vertical; 2° de réduire le nombre et la durée des chômages pour cause de réparations, et de rendre celles-ci moins onéreuses; 3° d'abréger la durée du temps consacré à chaque immersion, et d'en supprimer le travail dans la plupart des circonstances. Avec le bateau actuel, cette durée

de travail et de temps dépasse quelquefois une heure et demie. La forme d'un prisme à base carrée ou rectangulaire, donnée à l'extérieur de la cloche hydraulique, celle d'un tronc de pyramide à base semblable donnée à la chambre de travail que je nommerai cale, ou rez-de-chaussée, permettent de réaliser le premier avantage Des entretoises disposées entre les parois du tronc et celles du prisme, s'opposent aux déformations sollicitées par les différences de pression qui sont d'ailleurs très limitées.

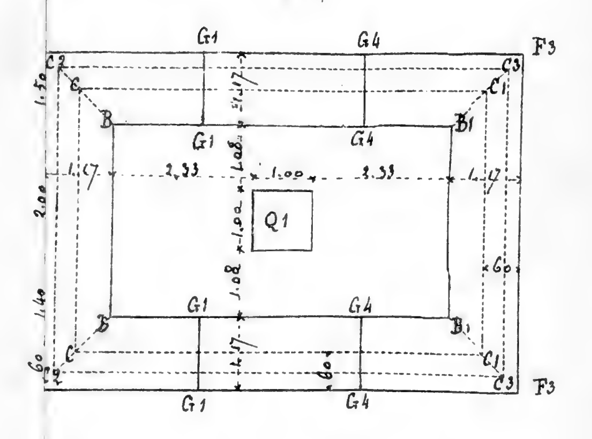
Un cadre métallique enchassé dans les parois inférieures du prisme auquel il est retenu par des boulons non figurés dans les dessins, fait atteindre le deuxième but. Il est avantageux de donner aux baguettes du cadre une section trapézoïde. Le côté oblique du trapèze prolonge plus ou moins régulièrement la paroi interne de la pyramide. Le cadre peut être, à la rigueur, remplacé par des lingots posés sur des supports, et même par des moëllons. Cette disposition qui isole le lest, n'oblige pas à le déplacer chaque fois qu'une fuite se déclare dans les compartiments réservés à l'air et au lest liquide.

On supprime le travail, et on abrège la durée du temps consacré à l'immersion, en utilisant les lois relatives à la pesanteur et à l'écoulement de fluides. J'obtiens, en d'autres termes, ce double avantage en substituant aux forces de l'homme les forces de la nature qui donnent la faculté de descendre en quelques minutes à une profondeur déterminée par les plans de construction, et de réserver au travail utile à peu près toutes les forces de l'équipage. La pompe, principal organe du bateau plongeur, ne fait dans la cloche hydraulique qu'un service complémentaire, consistant à purger le rez-de-chaussée de l'eau qui y prend, pendant la descente la place du volume d'air dissimulé par l'effet de la pression acquise. La réalisation des trois avantages que je

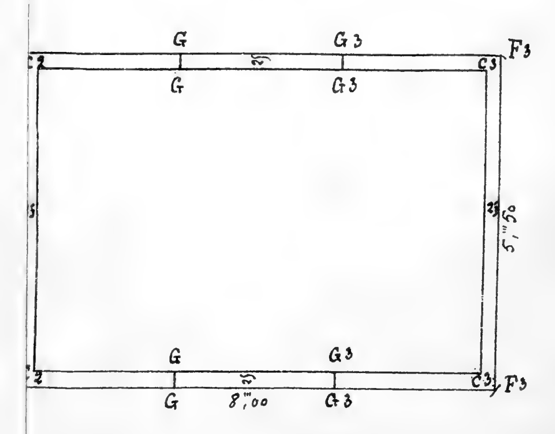
ue,

açonner sous l'eau, &ca.

Coupe horizontale au niveau de l'entrepont.
(Fig. 4.)

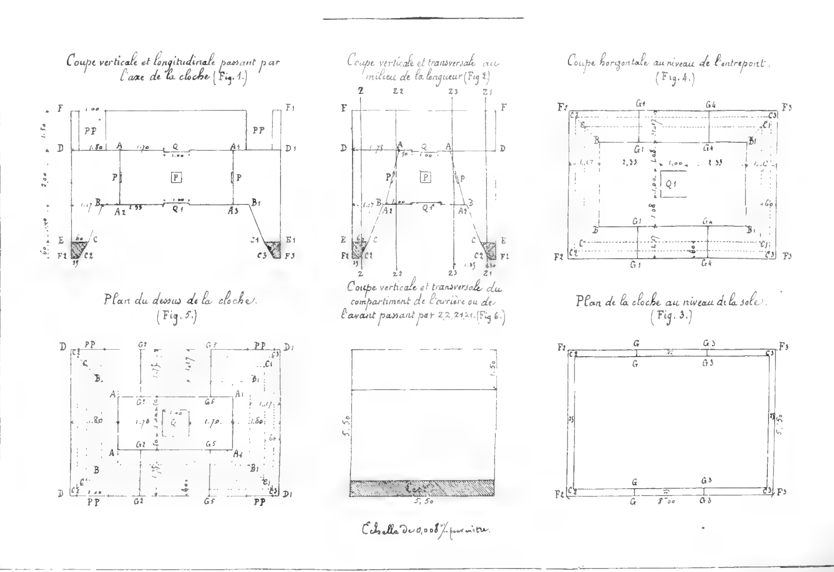


Plan de la cloche au niveau de la sole.
(Fig. 3.)



Plans et coupes d'une Cloche hydraulique,

appareil pour miner, extraire les déblais, creuser les fondations maçonner sous l'eau &c.



viens d'énoncer, surtout, celle du dernier, constitue la raison d'être de la cloche hydraulique.

Les services à attendre d'elle sur un fond de moins de 3 m., et dégagé d'obstacles, prévaudront peu sur ceux du bateau à air de Coulomb, mis par M. de la Gournerie, ingénieur des ponts-et-chaussées, en harmonie avec les conquêtes de la science. Mais par une profondeur plus grande qui met fin à l'emploi du bateau du célèbre académicien, et par une profondeur moindre, quand le siége du travail est limité par des obstacles, tels qu'un mur ou un monticule extérieur, la cloche hydraulique est le seul appareil à l'aide duquel il soit possible d'obtenir des résultats avantageux à des prix rationnellement accessibles. L'usage du scaphandre auquel on se cramponne, plus par anglomanie que par routine, revient très cher et produit peu. Il est cependant juste de le dire, c'est l'unique appareil dont on doive se servir pour visiter des murs de quai, des carènes de navire, et pour les usages du même genre. La cloche *Danduran*, malgré le patronage dont elle a été l'objet de la part d'un haut fonctionnaire qui dirigea longtemps l'un des principaux services du port de Cherbourg, n'a pas résisté à son épreuve comparative avec le scaphandre, et ne sortira vaisemblablement plus des magasins de la marine.

VESTIBULE.

Coïncidence d'invention.

Tandis qu'en 1845 et 1846, dans mon bateau plongeur alors en construction à Paris, j'établissais un vestibule dont l'utilité consiste à permettre aux ouvriers de pénétrer dans la chambre de travail sans la faire envahir par l'eau aux dépens de l'air qui lui en dispute l'accès ; de son côté, à

Nantes, M. de la Gournerie, copié plus tard par M. Cavé, construisait un vestibule analogue dans son bateau à air. C'est par ce que j'ignorais une semblable coïncidence que, en 1846, je demandais un privilége fondé en partie sur une disposition dont le mérite n'appartient pas moins à M. de la Gournerie qu'à moi.

DESCRIPTION.

La cloche hydraulique, dans ses détails comme dans son ensemble, est susceptible, tant dans sa coque que dans ses organes, de diverses formes qui ne sauraient toutes trouver place dans ce mémoire. Je ne m'occuperai que de celles qui paraissent devoir être le plus souvent préférées.

L'extérieur, ai-je dit, imite un prisme, et l'intérieur un tronc creux de pyramide, concentriques l'un à l'autre. Cette disposition, en diminuant du haut en bas l'intervalle compris entre le prisme et la pyramide, rapproche les ouvriers des obstacles qu'ils peuvent avoir à surmonter vers la base extérieure de la cloche, et ménage une capacité suffisante aux compartiments réservés au lest liquide et à l'air nécessaire au refoulement de l'eau hors de la cale. J'emprunte ces compartiments, tels qu'ils seront mieux compris à l'aide des figures, non pas à mon bateau plongeur qui n'en a pas d'analogues, mais à ma cloche de 1843.

EXPLICATION DES FIGURES.

Dans beaucoup de circonstances la base des murailles du 1er étage doit coïncider avec le couronnement des murailles du rez-de-chaussée: mais cette coïncidence n'a pas lieu dans les dessins que je produis ici. D'un autre côté, le tronc qui constitue le 1er étage, est mixte, c'est-à-dire, que deux de ses faces opposées sont verticales. Il tient donc égale-

ulle

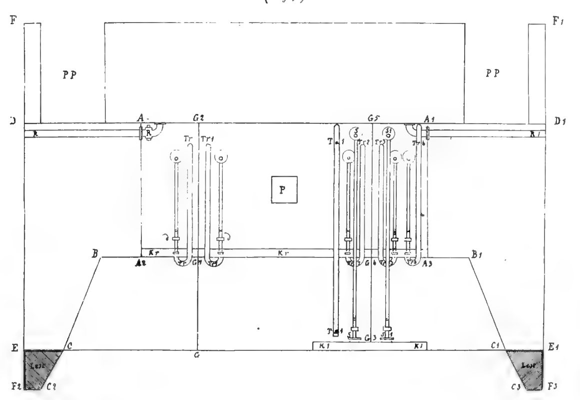
ouvous l'eau. &ra.

ent C & E de la fig. 2.

Plans et coupes d'une Cloche hydraulique,

appareil pour miner, extraire les déblais, creuser les fondations, maçonner sous l'eau, &c^{a}.

Coupe longitudinale et verticale indiquant les organes compris entre A.B.C & E de la fig. 2.
(Fig. 7.)



Echelle de 0m,02 m/m pour mètre.

ment du prisme et de la pyramide. Sans cette remarque, on ne s'expliquerait pas la raison du désaccord existant entre les figures et le texte qu'on vient de lire, lequel énonce que l'intérieur imite *un tronc creux de pyramide*, tronc qu'on supposerait régulier, ce qui n'a pas lieu dans l'appareil représenté par les dessins.

Les murailles du prisme sont indiquées par $F D E F_2$ et par $F_1 D_1 E_1 F_3$ de la fig. 1 ; par $F D E F_2$ de la fig. 2 ; par $F_2 F_2$ et par $F_3 F_3$ de la fig. 3 ; par les mêmes lettres dans la fig. 4 ; par $D D$ et $D_1 D_1$ de la fig. 5.

Les murailles du tronc mixte sont représentées par AA_2 et $A_1 A_3$ de la fig. 1 ; par $A A_2$ de la fig 2.

Les murailles du tronc inférieur sont en $B C$ et $B_1 C_1$ des fig. 1, 4 et 5; et en $B C$ de la fig. 2.

Les deux troncs sont séparés par la cloison $B A_2 A_3 B_1$ de la fig. 1, $BA_2 A_2 B$ de la fig. 2, cloison qui constitue le plafond du rez-de-chaussée, et le plancher du 1[er] étage. Cette cloison est desservie par une porte Q_1 à fermeture étanche, et dont le serrage sur le cadre s'opère à l'aide de boulons à charnière, espacés de 30 en 30 centimètres. L'interposition d'une tresse suiffée, ou d'une bande de caoutchouc entre la porte et le cadre, rend facile l'herméticité du joint. Cette disposition est commune à toutes les fermetures de ce genre.

La petite base du tronc mixte est aussi fermée par une cloison $A A_1$, fig. 1, et $A A$, fig, 2, cloison qui se prolonge jusqu'au prisme en D et en D_1, et dans laquelle est pratiquée la porte d'entrée Q.

De $D D_1$ en $F F_1$, le prisme forme un bastingage étanche desservi par deux portes $P P$ à tribord, et deux autres à babord. On le couvre quand la cloche entre en chômage. Il n'est pas rigoureusement nécessaire de comprendre tout le pont dans son enceinte.

L'espace vide existant entre le prisme et les deux troncs, déjà fermé d'un côté par le prolongement de $A A_1$ en $D D_1$, est aussi fermé de l'autre côté par le repli $C E$, $C_1 E_1$ de la fig. 1. Cet espace périmétrique est divisé en 4 *compartiments* nommés *latéraux*, par autant de cloisons $G G$, $G_I G_1$, $G_2 G_2$, $G_3 G_3$. Le nombre de ces compartiments doit être proportionnel à l'étendue du périmètre de l'appareil.

J'ai déjà eu l'occasion de faire connaître l'appellation que je donne à la chambre dans laquelle on se livre au travail utile. Je nomme *entrepont*, ou 1[er] *étage*, la capacité intérieure du tronc mixte ; 1[er] *pont*, la cloison $B A_2 A_3 B_I$, et 2[e] *pont*, la cloison $A A_I$ avec son prolongement jusqu'au bastingage.

Le poids du lest métallique, sans être invariable, est dans de bonnes conditions quand il atteint 0,55 à 0,60 du poids de l'eau déplacée par le volume de la cloche, abstraction faite du bastingage.

Afin d'éviter des répétitions et des observations multipliées, je vais indiquer diverses omissions dans les dessins, omissions auxquelles l'intellligence du lecteur suppléera sans peine.

Des verres lenticulaires transmettent la lumière solaire du pont à l'entrepont, et de ce dernier à la cale.

Chaque tuyau plongeant doit se terminer en pomme d'arrosoir, et tout passage du même vaisseau au travers d'une cloison y être pratiqué d'une manière étanche. Les arbres et autres pièces qui se meuvent au travers d'un diaphragme, sont indispensablement munis de boîtes à étoupes.

Au niveau des récipients K_I et K_2, la coque est percée latéralement de plusieurs séries de trous d'environ $0^m000025$ de section, destinés à donner accès à l'eau dans ces récipients et à retenir les corps solides susceptibles d'engager les soupapes S, S^I, S_2, et S^3 dont il sera question plus loin.

que,

l'eau, &c.ra

E1 de la fig. 2.

F

PP

D

B

C

E

C2

F5

Plans et coupes d'une Cloche hydraulique,

appareil pour miner, extraire les déblais, creuser les fondations, maçonner sous l'eau &ca.

Coupe longitudinale et verticale indiquant les organes compris entre A1, D1, C1 & E1 de la fig. 2.
(Fig. 8.)

F1 F
PP PP
D1 A1 G5 Tp1 Tr1 G2 A D
P
B1 Ka Ka Kr B
A3 Ta4 Ta3 G4 Tp2 Ta1 G SB A
E1 C1 G3 K2 G1 E
F3 C3 C2 F

Echelle de 0,02m pour 1 mètre.

Dans K_a et K_r, l'orifice de chaque tuyau est muni d'une soupape. Chacune porte une tige qui passe par un guide *d*, s'articule au-dessus de ce guide à une bielle sur laquelle est un excentrique dont l'arbre se rend dans l'entrepont où se trouve le lévier de manœuvre. Chaque tige de soupape, à sa sortie des récipients K_a, K_r, est aussi munie de sa boîte à étoupes, conformément à ce qui se voit dans la fig. 12.

Du récipient K_a partent les tuyaux T_a T_{a1}, T_{a2}, T_{a3} et T_{a4}, qui aspirent l'eau des compartiments latéraux et l'air de la cale, fig. 7, 8, 9, et plus spécialement la 8e.

Du récipient K_r partent les tuyaux T_r T_{r1}, T_{r2}, T_{r3} et T_{r4}, lesquels portent l'eau dans chaque compartiment latéral et hors de la cloche, ainsi que l'indiquent les mêmes fig. et plus spécialement la 7e.

La pompe qui ne refoule qu'en K_r, aspire l'eau par T_{aeg} et l'air par T_{aa}, l'amène du dehors ou des compartiments latéraux par l'entremise de T_r, T_{r1}, T_{r2}, T_{r3} et T_{r4}. L'aspiration, rarement nécessaire de l'air extérieur, nécessite un tuyau supplémentaire, flexible et muni d'un raccord, duquel tuyau l'extrémité libre est maintenue par un flotteur hors de la surface de l'eau.

Chacun des 3 tuyaux principaux T_{aa}, T_{aeg}, et T_{rg}, est desservi par un robinet. Celui de T_{rg} est à 3 eaux, et donne de l'air ou de l'eau dans l'entrepont. Du même tuyau T_{rg}, entre son robinet et la pompe, part un embranchement muni aussi d'un robinet, lequel embranchement aboutit au plafond de la cale.

Huit autres robinets R, R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6 et R_7, lesquels ont dans l'entrepont leur clé de manœuvre, mettent ce dernier en communication avec la cale, les compartiments latéraux, le dehors de la cloche, l'intérieur avec l'extérieur du bastingage.

Quatre soupapes S, S_1, S_2 et S_3, fig. 7 et 8, donnent accès à l'eau extérieure dans les compartiments latéraux.

Vers le haut du rez-de-chaussée existe une galerie dans laquelle est rangée une chaîne amarée par un bout, et prête à être filée à l'eau par l'autre bout, opération qui a pour but de hâter, quand on le désire, le retour à la surface par l'allégement qu'elle procure à l'appareil. A l'aide d'un poids lourd, suspendu au bout de cette chaîne, elle sert aussi à maintenir la cloche à une hauteur déterminée entre deux eaux.

L'expérience a démontré qu'un courant d'eau de 3 nœuds assainit l'air respiré par l'équipage : mais en eau morte il est nécessaire de purifier cet air. A cet effet on suspend dans la cale un ventilateur mu par un ressort d'horlogerie, et disposé de telle manière que l'air chassé par les ailettes, lèche la couche d'eau restée sur le fond.

Les verres lenticulaires, la galerie, sa chaîne et le ventilateur sont au nombre des accessoires omis dans les dessins.

UTILITÉ DU BASTINGAGE ET DE LA DIVISION DES CAPACITÉS LATÉRALES.

Entr'autres services à attendre du bastingage, je ne mentionnerai que le principal. Il maintient la cloche à flot, sans risques d'immersion prématurée, jusqu'au moment où le lest liquide bien réparti dans les compartiments latéraux, indique l'opportunité de faire entrer l'eau dans son enceinte afin d'aller à fond. Il concourt ainsi à conjurer les échappements d'air par le fond de la cale ou de la chambre de travail, échappements auxquels donne lieu une immersion oblique de l'appareil, et qui ont rendu illusoires bien des journées du bateau plongeur.

Je divise la capacité périmétrique en plusieurs compartiments distincts, par ce que l'expérience m'a démontré que

le lest liquide logé dans des espaces trop étendus, se déplace avec une telle rapidité qu'il fait basculer l'appareil, produit les pertes accidentelles qui viennent d'être signalées, et ajoute à cet inconvénient celui non moins grave d'intimider le personnel de l'équipage.

Je crois devoir donner ici 1° une formule destinée à guider le constructeur d'une cloche hydraulique sur la capacité à donner aux compartiments latéraux, afin de pouvoir descendre, sans compression préalable, à une profondeur déterminée; 2° une autre formule pour reconnaître à quelle profondeur on peut aller, sans compression manuelle, avec une cloche du même genre, que l'occasion nous livre; 3° une dernière formule pour trouver le coëfficient de pression d'air à faire dans les compartiments latéraux pour descendre sous une colonne d'eau qui dépasse les limites prévues en vertu de la 1re formule.

Soit *a*, le nombre des compartiments latéraux;
b, la capacité moyenne d'un de ces compartiments;
c, id. du rez-de-chaussée;
d, id. de l'entrepont.
n, hauteur métrique de la colonne d'eau sous laquelle on veut pouvoir descendre sans compression.
x, le coëfficient de $c + d$, dont le produit est égal à la capacité cherchée par la 1re formule;
y, la profondeur à laquelle on peut aller sans compression.
z, le coëfficient de la densité atmosphérique à faire dans les compartiments latéraux pour les besoins de la 3e formule, c'est-à-dire, le nombre qui, diminué de l'unité indique la proportion d'air à introduire mécaniquement.

1re formule : $x = (c + d)\ \frac{n}{10}$

$$2^e \text{ formule : } \quad y = \frac{10\, a\, b}{c + d}$$

$$3^e \quad — \quad z = \frac{(c + d)\, n}{10\, a\, b}$$

Les résultats pratiques offriraient un faible avantage sur les valeurs trouvées de x, y et z, s'il n'y avait à faire la part des fuites et de la solubilité de l'air.

1er Exemple. — On veut construire une cloche dont la cale cube 20 m., l'entrepont 10 m., et qui puisse descendre sans compression à 12 m. de profondeur. La substitution des valeurs aux lettres donne

$$x = (20^{\text{m c}} + 10^{\text{m c}})\, \frac{12}{10} = 36^{\text{m c}}.$$

2e Exemple. — On nous livre une cloche hydraulique à 6 compartiments latéraux, d'une capacité moyenne de $10^{\text{m c}}$. La cale mesurée en cube 20, et l'entrepont 10; on veut savoir à quelle profondeur il sera possible d'aller sans compression manuelle ?

La substitution donne $y = \dfrac{10 \times 6 \times 10}{20 + 10} = 20^{\text{ m}}$.

3e Exemple. — Avec la cloche du 2e exemple on a besoin de descendre à 27 m. Dans quelles proportions doit-on comprimer de l'air dans les compartiments latéraux ?

La substitution donne enfin: $z = \dfrac{(20 + 10)\, 27}{10 \times 6 \times 10} = 1,35$

ce qui veut dire qu'il faut multiplier par 1, 35 la quantité d'air que la nature a mis dans les 6 compartiments, en d'autres termes, ajouter 0,35 à cette quantité, ce qui revient à prendre 21 m.c. d'air dans l'atmosphère terrestre pour le mêler aux 60 m. c. que l'on possède déjà, afin de pouvoir refouler avec succès toute l'eau de la cale.

Les formes énoncées que je donne tant au prisme qu'au tronc de pyramide plus ou moins régulier, sont à conseiller

ue,

mer sous l'eau, &c^{ra}.

D1

C1

B1

B1

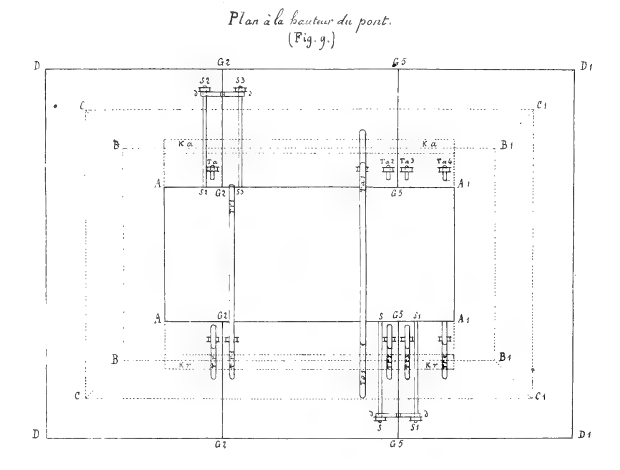
C1

D1

Plans et coupes d'une Cloche hydraulique,

appareil pour miner, extraire les déblais, creuser les fondations, maçonner sous l'eau, &ca.

Plan à la hauteur du pont.
(Fig. 9.)



Echelle de 0,02 c/m pour 1 mètre.

Dessiné par Le Pesqueux.

Aut. Marcel-Mouchel.

quand il est à présumer qu'on ne pourra pas éviter de travailler dans des parties anguleuses. Mais lorsque la destination d'une cloche hydraulique dispensera de semblables nécessités, il y aura avantage à augmenter la capacité et la largeur de la base des compartiments latéraux, de manière à rendre cette capacité égale aux cubes réunis de la cale et de l'entrepont, multipliés par le nombre d'atmosphères de pression que l'homme est capable de supporter, nombre que je suis porté à évaluer entre 4 et 6, suivant le tempéramment et le degré d'aptitude des personnes qui se livrent à cet exercice. Conséquemment, quand le travail dans les angles importe peu, il y a avantage à faire $ab = 6 (c + d)$.

MANOEUVRE POUR FAIRE IMMERGER LA CLOCHE HYDRAULIQUE ET POUR LA RAMENER A FLOT.

Les immersions sur un fond régulier, quand la profondeur n'est pas très grande, s'opèrent ainsi : l'équipage entré dans l'entrepont, referme la porte Q, ouvre les robinets de transmission d'air entre l'entrepont et les compartiments latéraux, ouvre aussi les soupapes S, S_1, S_2, S_3 donnant accès à l'eau dans ces derniers qui l'admettent jusqu'à ce que l'air qu'elle comprime en prenant la place du volume disparu par l'effet de la condensation, se trouve en équilibre avec la colonne qui pèse sur lui. Il ouvre enfin les robinets R, R_1, pour l'admission de l'eau dans le bastingage. Si alors la cloche ne gagne pas le fond, on lui vient en aide en lâchant assez d'air des compartiments latéraux pour faire place au complément d'eau qui doit déterminer l'immersion.

Lorsque la profondeur qu'on veut atteindre exige la conservation de toute la masse d'air dont on dispose, au lieu de sa-

crifier le volume dont il vient d'être question, on extrait par l'action de la pompe celui de la cale, et on le fait passer dans l'entrepont. Sur un fond rocheux et accidenté, quelle que soit sa profondeur, il est toujours prudent de recourir à cette manœuvre qui a l'avantage de conjurer l'accélération de vitesse proportionnelle à la hauteur de la verticale à parcourir, avantage que ne possède pas le premier mode.

Si des circonstances impliquent la nécessité d'amortir l'arrivée sur le fond, avant d'immerger tout-à-fait on déroule un certain poids de la chaîne rangée dans la galerie de la cale, on se coule par le 2e mode, et la cloche s'arrête entre deux eaux à l'instant où le poids des maillons arrivés à fond, allége assez l'appareil pour le mettre en équilibre avec le milieu ambiant. Cet équilibre une fois obtenu, est facile à rompre dans un sens ou dans l'autre, et permet de se poser aussi insensiblement qu'on le désire. Cette partie de l'opération exige la fermeture préalable des soupapes d'admission, et l'ouverture de la porte QI. A moins qu'une masse lourde suspendue à la chaîne n'en complète la propriété alternativement lestante et delestante, il est utile que cette chaîne soit de forte dimension, afin que l'eau qui, par l'effet de la descente, se substitue au volume d'air dissimulé par la pression, reste sans cesse inférieure en poids à celui des maillons qui atteignent le fond.

Quel que soit le mode pratiqué pour descendre, avant de se livrer au travail utile, on expulse l'eau qui se trouve dans la cale. Cette expulsion s'opère souvent par déplacement, et quelquefois par extraction. Le déplacement consiste dans l'action d'introduire sans les compartiments latéraux de l'eau qui en déloge l'air, lequel est forcé de se rendre dans l'entrepont et dans la cale aux dépends de l'eau de cette dernière. L'extraction elle même consiste à retirer

par aspiration l'air des compartiments latéraux afin de substituer son volume à celuide l'eau qui occupe une partie de la cale.

Dans une eau dormante, la cloche hydraulique mise en équilibre avec le milieu embiant, est susceptible d'être promenée sur le fond. Cet avantage est plus difficile à réaliser lorsqu'il y a nécessité de la maintenir en place par des amarres. Il faut alors que ces dernières passent sous le cadre métallique, et aboutissent dans la cale. Cette disposition donne la faculté de se déplacer à l'aide d'un palan, en se halant sur une ou plusieurs des amarres, tandis qu'on file proportionnellement les autres.

Une cloche à laquelle on donnerait des formes appropriées à la locomotion, et qui posséderait un propulseur sous-marin mu par une machine à chaudière pyrotechnique, conforme à celle qui m'a valu la médaille de 1re classe à l'exposition universelle de 1855, aurait l'avantage d'évoluer au fond comme à la surface de l'eau : mais le coût du combustible de ce genre de chaudière, lequel revient à environ 3 f. par force de cheval et par heure, limitera nécessairement l'application de cet onéreux accessoire.

Pour revenir à flot, l'équipage remonté dans l'entrepont, ferme la porte Q_I ouvre les soupapes des récipents K_a, K_r, et les robinets de transmission d'air entre l'entrepont, la cale et les compartiments latéraux. Cette manœuvre rend à ces derniers de l'air, et à la cale de l'eau aux dépends respectifs de l'un et des autres. Mais la masse d'air de la cloche se dilate proportionnellement à la diminution de la colonne qui pèse sur lui, c'est-à-dire, au déplacement du niveau de l'eau dans la cale. En vertu de cette dilatation, la cale admet moins de liquide que n'en perdent les compartiments latéraux. Cette manœuvre, en d'autres termes, est une mise en réquisition de la nature afin de commencer le travail ascensionnel. On

obtiendrait le même résultat en ouvrant les robinets et les soupapes S, S_I, S_2 et S_3.

Ce premier temps mis en pratique, assure-t-on, par M. de la Gournerie, suffit rarement à déterminer le retour à flot; on le complète ordinairement à l'aide de la pompe qui expulse l'excès de lest liquide resté dans les compartiments latéraux.

Ce complément de manœuvre, de même que les compartiments latéraux, est aussi emprunté à ma cloche de 1843. Il était destiné à la ramener jusqu'à la surface de l'eau avec les deux hommes composant son équipage, si accidentellement la chaîne de suspension était venue à se rompre. La même application à mon bateau plongeur n'a eu lieu qu'en 1846. Fulton l'avait d'ailleurs déjà mis en pratique dans son appareil sous-marin vers la fin du dernier siècle.

Si la pompe refuse d'obéir, un homme pénètre dans la cale et file à l'eau autant de longueur de chaîne qu'il en faut pour détruire l'excès de pesanteur qui retient la cloche sur le fond. Rendu à la surface, on referme les soupapes et les robinets, on ouvre la porte Q, et on respire l'atmosphère de la terre.

Le lecteur qui se rendra bien compte de l'application des principes qui font le sujet de ce mémoire, se convaincra sans peine que la cloche hydraulique est de nature à donner de la sécurité à son équipage, qu'elle procure une notable économie de construction, de temps, et de travail préparatoire, qu'elle opère conséquemment un abaissement proportionnel du prix de revient des opérations sous-marines, considérations qui ne manquent jamais d'influence sur l'esprit d'un entrepreneur éclairé, habile à tirer parti des conquêtes de la science pour faire progresser à la fois ses intérêts matériels et sa renommée.

e,

mer sous l'eau; Fig.re

A1

Ta1

0,08

Ta1

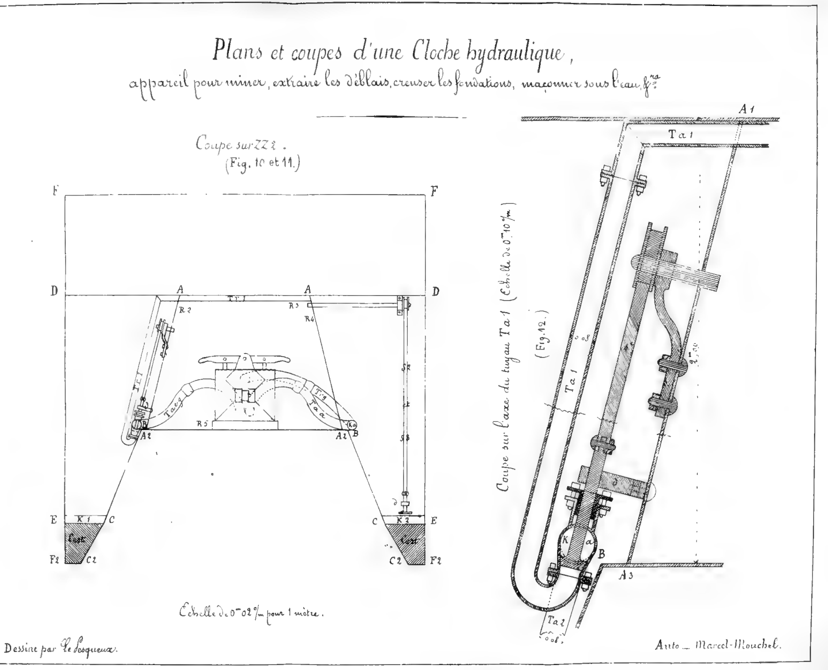
2m,00

K

a

B

A3



Plans et coupes d'une Cloche hydraulique,
appareil pour miner, extraire les déblais, creuser les fondations, maçonner sous l'eau, &c.
Coupe sur ZZ2.
(Fig. 10 et 11.)
F
F
D
A
A
D
E
K1
C
C
K2
E
F2
C2
C2
F2
A2
A2
B
Échelle de 0m02 % pour 1 mètre.
A1
Ta1
Coupe sur l'axe du tuyau Ta1 (Échelle de 0m10 %)
(Fig. 12.)
Ta1
K
a
B
A3
Ta2
Dessiné par Le Pesqueux.
Auto. Marcel-Mouchel.

ÉNUMÉRATION GÉNÉRALE

DES

LICHENS,

AVEC L'INDICATION SOMMAIRE DE LEUR DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE,

Par M. le Dr W. NYLANDER,
Membre correspondant de la Société.

La vitalité si obtuse qui caractérise les Lichens, semble se refléter en quelque sorte dans leurs formes peu arrêtées et pouvant se modifier d'une manière assez capricieuse selon les lieux souvent très divers qu'ils habitent. Nous croyons, avec quelques auteurs, qu'il n'y a ni raison ni utilité réelle, à considérer comme espèces toutes ces innombrables modifications qui sont, à notre avis, le plus souvent accidentelles et à peine dignes d'être désignées comme variétés. A quoi servirait en effet d'encombrer la science d'un amas de noms qui n'expriment rien de précis, et qui doivent leur origine à des distinctions aussi subtiles que les formes sur lesquelles elles reposent sont fugaces? Il paraît plus sage de se contenter d'une nomenclature spécifique plus collective, d'envisager, en un mot, à un point de vue plus large ce que l'on doit entendre ici par les notions d'*espèce* et de *variété*.

L'énumération donnée dans les pages suivantes renferme toutes les espèces de Lichens qui nous sont connues; elle offre une nomenclature fondée sur cette manière de voir et

passée au crible des principes auxquels nous venons de faire allusion.

Avant d'aborder l'étude des Lichens exotiques, nous avons d'abord étudié les Lichens d'Europe, en les observant dans leurs stations naturelles, en compulsant les collections et les livres, et en écrivant nous-même plusieurs mémoires à leur sujet. Ce n'est qu'à l'aide de ces connaissances fondamentales que nous avons pu établir une nomenclature générale de ces plantes, que nous avons étudiées pour la plupart, soit dans l'herbier du Muséum de Paris, soit dans les herbiers de MM. Hooker, Fée, Thuret, Lenormand et Mougeot. La collection d'Acharius nous a offert plusieurs types précieux; divers échantillons appartenant à d'autres herbiers nous ont également fourni des renseignements que nous avons pu mettre à profit, surtout pour l'établissement de la nomenclature des espèces européennes.

Nous regrettons de n'avoir pas eu occasion de voir des échantillons authentiques de quelques Lichens exotiques dont les descriptions sont trop incomplètes pour qu'il nous ait été possible de les reconnaître, leurs auteurs ayant omis en général la mention des caractères qui, pour nous, ont la plus grande importance sous le rapport systématique. On comprendra que ces espèces n'aient pu prendre place dans notre énumération. Beaucoup d'autres espèces décrites, notamment par les auteurs modernes, sont souvent comprises ici sous un même nom, la préférence ayant toujours été donnée à la désignation la plus ancienne. Le défaut d'espace nous a seul empêché de donner dans ces cas une synonymie, que nous nous réservons de présenter dans un travail plus étendu sur la classe des Lichens. (1)

(1) Pour la synonymie des espèces européennes, on pourra consulter notre *Prodromus Lichenographiæ Galliæ et Algeriæ*, ouvrage honoré, en Novembre 1856, d'un vote de la Société Linnéenne de Bordeaux.

Nous serions bien aise de voir notre classification, ainsi que la nomenclature que nous adoptons ici, soumises à une critique sérieuse. Nous en profiterions avec reconnaissance lorsque prochainement nous mettrons sous presse un *Synopsis* général des Lichens.

La plupart des espèces nouvelles indiquées dans cette énumération se trouvent au Muséum de Paris, dont nous avons mis en ordre l'immense collection de Lichens. D'autres de nos nouveautés se trouvent dans les belles collections de MM. Thuret, Lenormand et Fée. Celle de M. Thuret en particulier s'est extrêmement enrichie par suite de l'acquisition des Lichens de l'herbier de Bory Saint-Vincent, qui renferme les magnifiques récoltes de Lépervanche-Mézières, Despréaux, etc. En dehors de la France, c'est le riche herbier de MM. Hooker qui nous a fourni une copieuse moisson d'espèces rares et nouvelles, ainsi qu'un nombre considérable d'échantillons-types de divers auteurs lichénographes. Après l'herbier du Muséum de Paris, celui de MM. Hooker occupe sans doute sous ce rapport le premier rang parmi les collections actuellement existantes.

Nous pensons que notre énumération sera de quelque utilité comme guide pour l'arrangement des herbiers, et comme offrant le premier document un peu complet sur la distribution géographique des Lichens.

Le signe * sert à distinguer les formes dont le rang spécifique est douteux pour nous.

Fam. I. — COLLEMACEI.

Trib. I. — *LICHINEI*.

I. **Gonionema** Nyl.

1. G. velutinum (Ach.). — Eur.

II. **Spilonema** Born.

1. Sp. paradoxum Born. — Gall. mer., Pyren.

III. **Ephebe** Fr., Born.

1. E. pubescens Fr. — Eur., Amer. sept.
2. E. solida Born. — Amer. sept.
3. E. Lesquereuxi Born. — Amer. sept.

IV. **Lichina** Ag.

1. L. pygmæa Ag. — Eur., Chili.
2. L. confinis Ag. — Eur.

V. **Pterygium** Nyl.

1. Pt. centrifugum Nyl. — Gall.

Trib. II. — *COLLEMEI*.

I. **Synalissa** DR.

Sectio A.

1. S. symphorea (DC., *S. lichenophila* DR.). — Eur., Afr.
2. S. conferta Born. — Gall.
3. S. glomerulosa (Ach. *Syn.* p. 318). — Lusatia.

Sectio B.

4. S. micrococca Born. et Nyl. — Gall.

Sectio C.

5. S. picina Nyl. — Gall.
6. S. meladermia Nyl. — Lapponia.

II. **Pyrenopsis** Nyl.

1. P. fuliginea (Whlnb. sub *Verrucaria*). — Lapp.
2. P. fuscatula Nyl. — Cherbourg (Le Jolis).
3. P. tasmanica Nyl. — Tasm.

III. **Paulia** Fée.

1. P. pullata Fée. — Polynesia.

IV. **Omphalaria** DR. et Mont.

1. O. Girardi DR. et Mont. — Eur. mer., Afr.
2. O. pulvinata (Schær.) Nyl. *L. P.* 103. — Eur. mer. et med.
3. O. nummularia DR. pr. p., Nyl. — Alger.

4. O. nummularioides Nyl. — Alger.
5. O. phylliscoides Nyl. — Gall. mer.
6. O. corallodes Mass. — Bavaria.
7. O. botryosa (Mass. *Misc.* p. 20). — Bavar.

v. Collema Ach.

Sectio A.

1. C. anomalum Nyl. — Gall.

Sectio B.

2. C. diffractum Nyl. — Gall.
3. C. pyrenopsoides Nyl. — Gall.
4. C. decipiens (Mass.). — Bavar.

Sectio C.

5. C. nummularium Duf. — Eur. mer., Afr.
6. C. nodulosum Nyl. — Gall.

Sectio D.

7. C. myriococcum Ach. — Eur.
8. C. cyathodes (Mass. s. *Arnoldia*). — Bavar.
9. C. chalazanum Ach. — Eur.
10. C. opulentum Mont. — Chili.

Sectio E.

11. C. pannarium Nyl. — Gall.

Sectio F.

a.—Sporæ ovoïdeæ.

12. C. auriculatum Hffm. — Eur.
13. C. pustulatum Ach. — Amer. sept.
14. C. chloromelum Ach. — Ind. occid.
15. C. flaccidum Ach. — Eur., As., Amer. sept., N. Zel.
16. C. furvum Ach. — Eur., Amer. septentr.
17. C. melænum Ach. — Eur., Amer. sept.
C. cristatum Schær. (vix nisi v. præced[s]).—Eur., ins. Borb.
18. C. subruginosum Nyl. — Mexico.
19. C. plicatile Ach. — Eur., Amer. sept.
20. C. pulposum Ach., cum varr. tenax, hydrocharum et formosum (Ach.). — Eur., Afr., As., Amer. sept.
21. C. crispum Ach. — Eur.
22. C. limosum Ach. — Eur.
23. C. cheileum Ach. — Eur., Afr.
24. C. rivulare Ach. — Eur.
25. C. biatorinum Nyl. — Gall.
26. C. verruciforme (Ach.) Nyl. — Eur.
27. C. coccophyllum Nyl. — Ind. or.
28. C. microphyllum Ach. — Eur.

29. C. callopismum Mass. — Bavar.
30. C. byrsinum Ach. (C. Boryanum Pers.). — In terr. tropic.
b. — Sporæ angustatæ.
31. C. nigrescens Ach. — Eur., As., Amer., Polyn., N. Zel.
32. C. glaucophthalmum Nyl. — Mexico.
33. C. aggregatum (Ach.) Nyl. — Eur., As., Amer., Polyn.
34. C. pycnocarpum Nyl. — Amer. sept.
35. C. laciniatum Nyl. — Amer. sept. (Alabama).
36. C. multipartitum Sm. — Eur.
37. C. elveloideum Ach. — Helv., Ital.
38. C. conglomeratum Hffm. — Eur.

VI. Leptogium Fr.

Sectio A.

1. L. humosum Nyl. — Finlandia.
2. L. spongiosum (Sm.). — Eur.
3. L. byssinum (Hffm.) Nyl. — Eur.

Sectio B.

4. L. fragile (Tayl.). — Hibernia.
5. L. cretaceum (Sm.) Nyl. — Eur.
6. L. pusillum Nyl. — Suecia.
7. L. subtile Nyl. — Eur.
L. diaphanum (Ach.), vix nisi var. præceds. — Polynes.
8. L. lacerum Fr. — Eur., Afr., Amer. septentr. (1)
L. microscopicum Nyl., vix nisi status lepr. præceds. — Gall.
9. L. scotinum Fr. — Eur., Afr., N. Zel.
10. L. ruginosum (Duf.). — Eur., As., N. Zel.
11. L. pulchellum (Ach., *corticola* Tuck.). — Amer.
12. L. reticulatum Mont. — Guyana.
13. L. foveolatum Nyl. — Amer. æquinoct.
14. L. inflexum Nyl. — Peruv., Mexico.
15. L. tremelloides Fr. — Cosmopol.
(L. azureum et marianum Auctt. ejus sunt formæ).
(L. marginellum (Sw.) Mont. est var. microcarpa).
16. L. callithamnion (Tayl. s. *Stict.*) — Chili.
17. L. palmatum Mont. — Eur., Afr.
18. L. albociliatum Desmaz. — Gall.
19. L. corrugatulum Nyl. — Mexico.
20. L. palmatulum Nyl. — Java.

(1) Quod huc relatum fuit e Chili (Bertero, n. 1207), ex cel. Montagne, pertinet ad L. tremelloides juvenile, ni nimis fallor.

Sectio C. (Stephanophorus Flot.)

21\. L. Burgessii (Ach.). — Eur., Amer., As.
22\. L. phyllocarpum (Pers.). — In terris exot. calidis.
var. adpressum Nyl. — Mexico.
* L. dædaleum (Flot.), vix separand. a præced. — Afr. or.
23\. L. bullatum (Ach.). — In terr. tropicis.
24\. L. polyschides Mont. — Chili.

Sectio D.

25\. L. Schraderi Bernh. — Eur.
26\. L. muscicola Fr. — Eur.
27\. L. dendriscum Nyl. — Insul. Polynes., Borbon.

VII. Obryzum Wallr., Tul.

1\. O. corniculatum Wallr. — Eur.

VIII. Phylliscum Nyl.

1\. Ph. endocarpoides Nyl. — Lappon.
2\. Ph. Demangeonii (Moug. et Mont.). — Voges.

IX Heterina Nyl.

1\. H. tortuosa (Humb.). — N. Guyan. (Orinoco).

Fam. II. — MYRIANGIACEI.

Trib. I. — *MYRIANGIEI.*

I. Myriangium Mnt. et Berk.

1\. M. Duriæi Mnt. et Berk. — Eur., Am., Austr.
2\. M. Curtisii Mnt. et Berk. — Amer.

Fam. III. — LICHENACEI.

Ser. I. — EPICONIODEI.

Trib. I. — *CALICIEI.* (1)

I. Sphinctrina Fr. pr. p., DN.

1\. Sph. turbinata Fr. — Eur., Afr.
2\. Sph. microcephala (Tul.) (2) — Eur. media.
3\. Sph. gomphilloides Nyl. — Ind. or.

II. Calicium Ach., Nyl.

Sectio A.

1\. C. virellum Nyl. — Eur. (Helvetia).
2\. C. paroicum Ach., Nyl. — Gall., Scandin.

(1) De hac tribu videas: W. Nylander, *Monographia Calicieorum*, 1857.

(2) Non confundatur, obiter visa, cum *Spilomio pertusariicolo* Nyl., fungillo subsimili conidiosporo, sporis oblongis nigricantibus, long. 0,004— 5 mm., crass. 0,0025 — 0, 003 mm.

3. C. disseminatum Fr. — Eur.

Sectio B.

4. C. chrysocephalum Ach. — Eur., Amer.
var. filare Ach. — Eur.
var. holochryseum Nyl. — Franconia (Arnold).
5. C. phæocephalum Borr. — Eur., Amer. bor.
var. trabinellum (Ach.). — Eur.
var. aciculare (Sm.). — Eur.
6. C. citrinum (Leight. s. *Conioc.*). — Eur.
7. C. trichiale Ach. — Eur., Amer. bor.
var. granulato-verrucosum Schær. — Eur.
var. stemoneum (Ach.) Fr. — Eur.
var. physarellum (Ach.). — Eur.
var. ferrugineum Borr. — Eur.
* C. bruneolum Fr. — Eur., Amer. bor.
* C. melanophæum Ach. — Eur., Amer. bor.

Sectio C.

8. C. corynellum Ach. — Eur.
9. C. hyperellum Ach. — Eur., Amer. bor.
* C. viride Fr. — Eur., Amer. bor.
10. C. hyperelloides Nyl. — Teneriffa.
11. C. roscidum Flk. — Eur.
var. roscidulum Nyl. — Eur. præs. bor.
12. C. trachelinum Ach. — Eur., Am. bor., Peruv.
13. C. quercinum Pers. — Eur., Am. bor.
* C. curtum Borr. — Eur., Am. bor., N. Zel.
* C. tubiforme Nyl. — Corsica.
14. C. lenticulare Ach. — Eur.
* C. alboatrum Flk. — Eur.
* C. pusiolum Ach. — Eur. (quoque in Gallia).
16. C. triste Krb. — Eur.

Sectio D. (Stenocybe Nyl. ol.)

17. C. eusporum Nyl. — Eur. med.
18. C. byssaceum Fr. — Eur. præs. septentr. (1)

III. Coniocybe Ach., Fr.

1. C. furfuracea Ach. — Eur. usque in Lapp.

(1) Incerti adhuc loci est *Calic. populneum* Brond., sin sit identica cum *Sphinctrina microcephala*. Specimina perfecta illius typici nondum vidi, sed tantum hymenio rite evoluto destituta. — *Cal. glabellum* Tayl. est *Stilbum*.

var. fulva Fr. — Eur.
var. sulphurella Fr. — Eur.
2. C. pallida Fr. — Eur.
3. C. gracilenta Ach. — Eur. med. (etiam in Gallia).
* C. farinacea (Chev.). — Eur. med.
4. C. hyalinella Nyl. (Moug. *St. Vog.* 1162). — Gall., Succ.

IV. Trachylia Fr., Nyl.

Sectio A.

1. Tr. viridula Fr. — Helvet., Bavar.
2. Tr. tigillaris Fr. — Eur.
3. Tr. Notarisii (Tul.). — Eur.

Sectio B.

4. Tr. tympanella Fr. — Eur., Afr.
var. cembrina (Ach.). — Eur.
5. Tr. lecideina Nyl. — Paris.
6. Tr. subsimilis Nyl. — Paris.
7. Tr. stigonella Fr. — Eur., Amer. bor.
8. Tr. javanica (Mnt. et v. d. B.). — Java.

Trib. II. — *SPHÆROPHOREI.*

I. Sphærophoron Pers.

1. Sph. fragile Pers. — Eur., Amer. bor., reg. antarct.
2. Sph. coralloides Pers. — E., Ins. Canar., Am. bor., reg. ant.
3. Sph. tenerum Laur. — Chili, reg. antarct.
var. stereocauloides Nyl. — N. Zeland.
4. Sph. compressum Ach. — Eur., Amer., ins. Afr., Austr.
var. australe (Laur.). — N. Zel., Chili.
5. Sph. fastigiatulum Nyl. — Caracas (Lind. n. 401.).

II. Acroscyphus Lév., Tul. *Mém. Lich.* t. 15., f. 10-12.

1. A. sphærophoroides Lév. — Montes Mexic., Himalaya.

Ser. II. — CLADONIODEI.

Trib. III. — *BÆOMYCEI.*

I. Bæomyces Pers.

Sectio A. — Apoth. stipitata, stipitib. nudis.

1. B. rufus Ach. — Eur., Amer., N. Zel.
* B. Prostii Duf. — Gallia.
2. B. crenulatus Hepp. — Java.
3. B. ramalinellus Nyl. — Chili.
4. B. heteromorphus Nyl. — Tasmania.
5. B. roseus Pers. — Eur., Am., N. Zel.

6. B. fungoides Ach. — Amer., ins. Afr. or., Java.
7. B. erythrellus (Mnt.). — Ind. occid.
8. B. imbricatus Hook. — Amer. mer.
9. B. placophyllus Ach. — Eur. bor., Am. bor.
10. B. auratus (Mnt.). — Java.

Sectio B. — Apoth. stipitata, stipit. corticatis.

11. B. pachypus Nyl. — Himalaya.
12. B. trachypus Nyl. — Borneo.

Sectio C. — Apoth. constanter sessilia.

13. B. icmadophilus (Ach.).— Eur., Amer. bor., Ind. or.
14. B. squamarioides Nyl. — Tasmania.

II. **Glossodium** Nyl.

1. Gl. aversum Nyl. — Nov. Granata.

III. **Thysanothecium** Berk. et Mnt.

1. Th. Hookeri B. et Mnt. — Austr.
2. Th. hyalinum (Tayl. s. *Bæom.*). — Austr.

TRIB. IV. — *CLADONIEI*.

I. **Cladonia** Hffm.

Sectio A. — Phæocarpæ.

a. — Species macrophyllæ.

1. Cl. endiviæfolia Fr. — Eur., Afr.
3. Cl. alcicornis Flk. — Eur., Afr., Amer.
3. Cl. ceratophylla (Sw.) Eschw.— Am. æquin., ins. Afr. mer.

b. — Species normaliter scyphophoræ.

4. Cl. verticillaris (Radd.) Mnt.— Brasil.
5. Cl. calycantha Del. — Amer. æquin.
6. Cl. pyxidata Fr. — Cosmopolita.
var. pocillum (Ach.). — id.
var. cariosa (Ach.). — id.
var. symphycarpa (Ach.).— Eur.
7. Cl. fimbriata Fr. — Cosmopolita.
var. radiata Fr. — id.
var. coniocræa (Flk.) (1) — id.
8. Cl. decorticata Flk.— Eur., Amer.
9. Cl. gracilis Fr. — Cosmopolita.
var. verticillata Fr. — Eur., Amer., Austr.
var. cervicornis (Ach.). — Eur.
* Cl. crispata (Ach.). — Eur., Amer.

(1) Cenom. borbonica Del. ejus est forma gracilenta, in insulis Mascarenis, Polynesiæ et Australiæ obveniens.

10. Cl. cornuta Fr. — Eur., As., Amer.
11. Cl. decorticata Flk. — Eur., Am.
12. Cl. conchata Nyl. — Austral.
13. Cl. degenerans Flk. — Eur., As., Am.
14. Cl. carneola Fr. — Eur., Amer. bor.
15. Cl. straminea Smrf. — Lapp.

c. — Species ascyphæ, apoth. parvis.

16. Cl. cyanipes Smrf. — Eur. bor., Amer. bor.
17. Cl. botrytes Hffm. — Eur., Amer. bor.
18. Cl. imbricatula Nyl. — Pennsylv., Mexico.
19. Cl. areolata Nyl. — Ind. occid.
20. Cl. cenotea Schær. — Eur., Am. bor.
21. Cl. squamosa Hffm. — Cosmopolita.
    var. cæspititia (Ach.). — Eur., Amer.
    var. delicata (Fr.). — Eur., Amer.
22. Cl. furcata Schær. — Cosmopolita.
    var. racemosa (Schær.). — Eur., As., Amer.
    var. pungens (Ach.). — Eur., As., Amer.
23. Cl. turgida Hffm. — Eur., As., Amer.
    var. lacunosa Bor. — Amer. bor.
24. Cl. rangiferina Hffm. — Cosmopolita.
    var. sylvatica (L.). — Cosmopol.
    var. alpestris (L.). — Cosmopol.
25. Cl. peltasta Ach. — Amer., ins. Afr. or.
26. Cl. candelabrum (Bor.). — Amer. æquin., ins. Afr. or.
* Cl. georgiana Tuck. — Amer. bor.
27. Cl. uncialis Hffm. — Eur., As., Am.
28. Cl. amaurocræa Flk. — Eur., As., Amer., Austr.
    var. capitellata Bab. — N. Zel., Austr.
29. Cl. medusina (Bor.). — Ins. Afr. or.
30. Cl. athelia Nyl. — Amer., Jam., Mexico.

d. — Species retiporæ.

31. Cl. retipora (Ach.) Flk. — Australia.
32. Cl. aggregata (Sw.) Eschw. — Afr. mer., As., Am., Austr.

e. — Pycnothelia Duf.

33. Cl. papillaria Hffm. — Eur., Am. bor.
    var. mascarena Nyl. — Ins. Borb.

Sectio B. — Erythrocarpæ.

a. — Species macrophyllæ.

34. Cl. sanguinea Eschw. — Amer. æquin.
35. Cl. insignis Nyl. — Ins. Borbon.

b. — Species plerumque scyphophoræ.

36. Cl. cornucopioides Fr. — Cosmopol.
var. pleurota Flk. — Cosmopol.
var. angustata Nyl. — Ins. Sandwicens.

37. Cl. bellidiflora Schær. — Reg. frigid. Eur., Am.
var. glabrescens Nyl. — Ibid. rarius.

38. Cl. deformis Hffm. — Eur., As., Am., Austr.

39. Cl. digitata Hffm. — Eur., As., Amer.

40. Cl. macilenta Hffm. — Cosmopolita.
var. ostreata Nyl. — Gall.
var. polydactyla Flk. — Eur., Amer.
var. seductrix (Del.). — Eur., Austr.

* Cl. sphærulifera (1) (Tayl.). — Amer.

41. Cl. Floerkeana Fr. — Eur., Amer.

c. — Species attenuato-ramosa ascypha.

42. Cl. leporina Fr. — Amer. æquin.

II. **Pilophoron** Tuck. (vix g. a Clad. dist.).

1. P. fibula Tuck. — Amer. bor.
2. P. aciculare (Ach.). — Amer. bor.
3. P. robustum (Th. Fr.). — Scandin. frig.

TRIB. V. — *STEREOCAULEI*.

I. **Stereocaulon** Schreb.

Sectio A. — Apoth. lecanorea.

1. St. lecanoreum Nyl. — N. Granata.

Sectio B. — Apoth. lecideina (biatorina).

1. St. ramulosum (Sw.). — Am., Afr. m., Polyn., Austr.
var. furcatum (Fr.). — Ind. occid.
var. macrocarpum (Rich.). — Am., N. Zel.
var. implexum (Th. Fr.). — Chili, fr. Magell.

* St. salazinum (Bor.). — Ins. Borbon.

* St. piluliferum Th. Fr. — Ind. or., Java, Philipp.

2. St. exalbidum Nyl. — Peruv.
3. St. coralloides Fr. — Eur., Afr., As.
var. japonicum Th. Fr. — Jap., China.
4. St. paschale Fr. — Eur., Amer., As.
var. magellanicum (Th. Fr.). — Chili, fret. Magell.

(1) Vix differt *Cl. pileata* (Mnt. *Chil.* VIII, p. 161), modo apotheciis caussa fortuita nigricantibus, ut facile accidit apotheciis coccineis specierum hujus stirpis in collectionibus conservatarum. Forma *furcatula* Nyl. in ins. Sandwic. adest.

var. macrocarpum Nyl. — Chili.
* St. condyloideum Ach. — Eur.
5. St. tomentosum Laur. — Eur., Am., As.
* St. incrustatum Flk. — Eur.
* St. myriocarpum Th. Fr. — Amer.
6. St. azoreum (Schær.) Nyl. — Ins. Canar.
7. St. condensatum Hffm. — Eur.
8. St. cereolinum Ach. — Eur.
9. St. alpinum Laur. — Eur., As.
* St. graminosum Schær. — Java.
10. St. denudatum Flk. — Eur., Amer., As.
var. vesuvianum (Pers.). — Eur., ins. Canar.
* St. vulcani (Bor., non Th. Fr.). — Ins. Borb.
11. St. verruciferum Nyl. — Columb.
12. St. congestum Nyl. — Peruv.
13. St. gracilescens Nyl. — Peruv.
14. St. albicans Th. Fr. — Peruv.
15. St. corticatulum Nyl. — Nova Zeland.
16. St. nanum Ach. — Eur., Amer.
var. arbuscula Nyl. — Himalaya.
17. St. Delisei Bor. (stat. *corall.*?). — Eur.

II. **Argopsis** Th. Fr.

1. A. megalospora Th. Fr. — Reg. antarct.

Ser. III. — RAMALODEI.

TRIB. VI. — *ROCCELLEI.*

I. **Roccella** Bauh.

a. — Apoth. terminalia. Combea DN.
1. R. mollusca (Ach. s. *Dufourea*). — Cap. B. Spei.
b. — Apoth. lateralia.
2. R. tinctoria Ach. — Eur. mer., Afr., Amer., As.
3. R. phycopsis Ach. — Eur., Afr.
4. R. fuciformis Ach. — Eur., Afr., Am.
5. R. Montagnei Bél. — Afr. æquin., Ind. or., Java.
6. R. intricata Mnt. — Chili.
7. R. Gayana Mnt. — Chili.

TRIB. VII. — *SIPHULEI.*

I. **Siphula** Fr.

1. S. ceratites Fr. — Eur., As. (Himalaya), Am. arct.
2. S. simplex (Tayl.). — Am. bor.-occid.
3. S. pteruloides Nyl. — Peruv.

4. S. tabularis (Ach.). — Cap. B. Spei.
* S. fastigiata Nyl. — N. Granata.
5. S. torulosa (Thunb.). — Cap. B. Sp., ins. Borb.
6. S. coriacea (Tayl.). — N. Holland.

II. **Thamnolia** Ach., Schær.

1. Th. vermicularis Schær. — Eur., As., Am.
2. Th. andicola (Del.). — Amer. mer.
3. Th. elegans (Del.). — Ins. Maclov.

TRIB. VIII. — *USNEEI.*

I. **Usnea** Hffm.

1. U. barbata Fr. — Cosmopolita.
(Formis composita *florida, hirta, ceratina, plicata, dasypoga, articulata,* Fr., *lacunosa* Willd.).
2. U. jamaicensis Ach. — Amer.
3. U. trichodea Ach. — Am., Afr. mer., ins. Borb., Java.
4. U. gracilis Ach. — Ins. Borb.
5. U. longissima Ach. — Eur., Amer., As.

II. **Neuropogon** Nees et Flot.

1. N. melaxanthus (Ach.). — Reg. arct. et antarct.

III. **Chlorea** Nyl.

1. Chl. vulpina Nyl. — Eur., Amer. bor.
* Chl. californica Lév. — Californ.
2. Chl. Soleirolii (Schær.).— Cors., ins. Canar.
3. Chl. canariensis (Ach.). — Ins. Canar., Amer. mer.
4. Chl. flexuosa Nyl. — Himalaya.
5. Chl. cladonioides Nyl. — Himalaya.

TRIB. IX. — *RAMALINEI.*

I. **Alectoria** Ach. pr. p., Nyl.

1. A. jubata Ach. — Eur., Amer., As.
2. A. sarmentosa Ach. — Eur., Afr., Amer.
3. A. ochroleuca (Ehrh.). — Eur., Amer., As.
4. A. Taylori (Hook.).— Terra Kerguelen.
5. A. osteina Nyl. — Mexico.
6. A. arenaria (Fr.). — Eur.
7. A. anceps Nyl. — Austral.
8. A. virens Tayl. — Ind. or., Himalaya.
9. A. sulcata (Lév.). — Ind. or.
10. A. bicolor (Ach.). — Eur., Amer. arct., As.
11. A. divergens (Ach.). — Eur., Amer.
* A. loxensis Fée. — Peruv.

II. **Evernia** Ach., Nyl.

1. E. trulla (Ach.). — Amer. mer.
2. E. Richardsoni (Hook. s. *Cetrar.*). — Amer. arct.
3. E. furfuracea Mann. — Eur., Afr., Amer., As.
4. E. prunastri Ach. — Eur., Afr., Am.
   var. pendula. — Eur., Amer.
5. E. divaricata Ach. — Eur., As.
6. E. magellanica Mnt. — Fret. Magellan.
7. E. mundata Nyl. — N. Holland.

III. **Dufourea** Ach., Nyl.

1. D. fertilis (Fr.)? Mihi incerta. — Ural.
2. D. madreporiformis Ach. — Helvetia.
3. D. inanis (Mnt.). — Amer. merid.

IV. **Dactylina** Nyl.

1. D. arctica (Hook.). — Amer. arct.

V. **Ramalina** Ach., Fr.

1. R. usneoides (Ach.). — Amer., Polyn.
2. R. retiformis Menz. — California.
3. R. linearis Ach. — Am., Afr.m., ins.Borb., As. tr., Polyn.
   var. angulosa (Laur.). — Cap. B. Sp., Madag., St.-Helen.
4. R. scopulorum Ach. — Eur., Afr., As., Austr.
   var. decipiens (Mnt.). — Ins. Canar.
   var. subulata (Mnt.). — Polyn.
   var. implexa Nyl. (1) — Corsica, Alger., ins. Canar.
5. R. polymorpha Ach. — Eur., Afr.
6. R. rigida Ach. — Amer.
7. R. pusilla Le Prév. — Eur. mer., Afr., Austr.
8. R. calicaris Fr. — Cosmopolita.
   var. fraxinea Fr. — Eur., Afr., Amer., As., Austr.
   var. fastigiata Fr. — Eur., Afr., Amer., As., Austr.
   var. canaliculata Fr. — Eur., Afr., Amer., As., Polyn.
   var. farinacea (Ach.). — Cosmopolita.
   var. thrausta Fr. — Eur., Afr.

(1) Huc *R. linearis* Nyl. olim pr. p. — Observetur simul formam *contractam* canariensem *Ramalinæ evernioidis* inscriptam fuisse a cel. Montagne *R. polymorpham* v. *vulcanicam* et alibi *R. Bourgæanam*. *R. Webbiana* Mnt. confluit cum *R. homalea* Ach. Sunt species hujus generis omnium fere lichenum difficillime definiendæ.

* R. Eckloni Spr. — Amer., Afr. et As. mer., Austr.
9. R. pollinaria Ach. — Eur., Afr., As., Ind. occid.
10. R. evernioides Nyl. — Afr. calid.
11. R. Webbiana Mnt. — Ins. Canar.
12. R. homalea Ach. — Calif., Austral.
13. R. ceruchis (Ach., *Desmazieria* Mnt.). — Am. mer. occid.
14. R. melanothrix Laur. — Cap. B. Spei.

TRIB. X. — *CETRARIEI*.

I. **Cetraria** Ach., Nyl.

1. C. islandica Ach. — Eur., Amer., As. bor. (et Himal.).
   var. crispa Ach. — Eur. bor. (et Cap. Horn).
2. C. aculeata Fr. — Eur., Amer.
   var. muricata (Ach.). — Eur. (in alp.).
   var. acanthella (Ach.). — Germ., Aquit., Lusit.
3. C. odontella Ach. — Eur. bor., Amer. sept.

II. **Platysma** Hffm., Nyl.

Sectio A.

1. Pl. cucullatum Hffm. — Eur., Amer. bor.
2. Pl. nivale (L.). — Eur., Amer. bor.
3. Pl. everniellum Nyl. — Himalaya.

Sectio B.

a. — Stirps Platysmatis juniperini.

4. Pl. juniperinum (L.). — Eur., Amer. bor.
   var. pinastri (Scop.). — Eur., Amer. bor.
5. Pl. ambiguum (Bab.). — Himalaya.

b. — Stirps Platysmatis Laureri.

6. Pl. melalomum Nyl. — Himalaya.
7. Pl. rhytidocarpum (Mnt.). — Java.
8. Pl. Laureri Kphb. — Bavaria.
9. Pl. Oakesianum (Tuck.). — Amer. bor., Bavar.
10. Pl. Teysmani (Mnt.). — Java.
11. Pl. pallescens (Schær.). — Java.
12. Pl. citrinum (Tayl.). — Java.
13. Pl. nephromoides Nyl. — Himalaya.
14. Pl. leucostigma (Lev.). — Ind. or.

c. — Stirps Platysmatis glauci.

15. Pl. septentrionale Nyl. — Amer. arct.
16. Pl. glaucum Hffm. — Montes Eur., Amer., As.
17. Pl. lacunosum (Ach.). — Amer. bor.

d. — Stirps Platysmatis sæpincoli.

18. Pl. ciliare (Ach.). — Amer. bor.

19. Pl. sæpincolum Hffm. — Eur., Am., As.
var. ulophyllum (Ach.). — Eur.

Ser. IV. — PHYLLODEI.

TRIB. XI. — *PELTIGEREI*.

Subtrib. I. — Nephromei.

I. Nephroma Ach. pr. p., Nyl.

1. N. arcticum Fr. — Reg. arct. et antarct.
2. N. pallens Nyl. — N. Zelandia.
3. N. schizocarpum Nyl. — N. Zelandia.

II. Nephromium Nyl. (1)

1. N. tomentosum Hffm. — Eur., Amer. bor.
var. helveticum (Ach.).—Eur., Am., As., ins. Borb., Mex.
2. N. lævigatum (Ach.).— Fere cosmopolita.
3. N. plumbeum (Mnt.).— Chili, N. Zeland.
4. N. cellulosum (Ach.).— Chili.

Subtrib. II. — Peltidei.

III. Peltigera Hffm.

1. P. aphthosa Hffm. — Eur., Amer. et As. bor.
2. P. canina Hffm. — Eur., Afr., Amer., As.
3. P. rufescens Hffm. — Cosmopolita.
var. pulverulenta (Tayl.). — Columbia.
4. P. polydactyla Hffm. — Cosmopolita.
5. P. horizontalis Hffm. — Eur., Amer. bor.
6. P. malacea Fr. — Eur., Amer. bor., As., Terra Kerguel.
7. P. venosa Hffm. — Eur., Amer. bor.

Subtrib. III. — Solorinei.

IV. Solorina Ach.

1. S. saccata Ach. — Eur., Amer.
var. simensis (Hochst.). — Afr., Ind. or.
* S. limbata Smrf. — Montes Eur., Amer. bor.
2. S.? leptoderma Nyl. — Amer. æquin.
3. S. crocea Ach. — Eur., Amer., As. frigid.

TRIB. XII. — *PARMELIEI*.

I. Sticta Ach.

a. — Frons subtus gibberosus, subnudus.

1. St. Garovaglii Schær. — Ital.

(1) *Nephromium* anatomice differt a *Nephromate* (nostro sensu) plane ut *Pannaria* a *Psoromate*. In *Nephromio* systema gonimum consistit e granulis gonimis (plerumque coerulescentibus), in *Nephromate* a gonid. (proprie sic dictis) discretis, cellularibus.

2. St. pulmonacea Ach. — Eur., Afr., Am., Austr.
* St. linita Ach. — Eur., Asia.
3. St. retigera Del. — C. B. Sp., ins. Afr. m., As. m., Java.
4. St. scrobiculata Ach. — Eur., Amer. bor., As.

Sectio B. — Cyphellæ albæ vel albicantes.

a. — Stirps Stictæ fuliginosæ.

5. St. sylvatica Ach. — Eur., Afr., Amer. bor.
var. Dufourei Del. — Eur.
6. St. fuliginosa Ach. — Eur., Amer.
7. St. limbata Ach. — Eur., Abyss.
8. St. ambavillaria Del. — Ins. Borbon.
var. papyrina Nyl. — Ins. Borb., Madag.
9. St. cinereo-glauca Tayl. — N. Zel.
10. St. Humboldti Hook. — Am. æquin. (Mex., N. Gran.).
11. St. cyathicarpa Del. — Peruv., N. Gran., Mex.
12. St. tomentella Nyl. — Peruv.
13. St. marginalis Bor. hb. — Ins. Borb., Ind. or.
14. St. Boschiana Mnt. — Java.
15. St. pericarpa Nyl. — Peruv.
16. St. filicina Ach. — Amer. max. mer., N. Zel., Java.
var. latifrons (Rich.). — N. Zeland.
var. Menziezii (Hook. fil.). - N. Zel., reg. antarct., Nepal.
17. St. filicinella Nyl. — Venez. (coll. Lind. n. 1232).

b. — Stirps Stictæ damæcornis.

18. St. damæcornis Ach. — Irland., Am., ins. Afr., Austr.
var. linearis Nyl. — Polynes.
var. macrophylla (Hook.). — Ins. Afr. mer., Java.
var. caperata Bor. (*St. patula* v. d. B.) — Polyn., Java.
var. rufa (Ach.). — Amer. merid., Mex.
var. strictula (Del.). — Ins. Borb., Maurit., Madag.
* St. fragillima Bab. — N. Zel.
* St. dichotoma Del. — Ins. Afr. mer., Java.
* St. sinuosa Pers. — Amer. mer., Philippin.
* St. platyphylla Nyl. — Ind. or., Himal.
* St. quercizans Ach. — Amer., As. mer.
19. St. punctulata Nyl. (*St. quercif.* Tayl.). — Java, Ceyl.
20. St. nitida Tayl. (*St. flabell.* Mnt.). — Chili.
21. St. variabilis Del. — Ins. Afr. m., Am. max. m., Pol., Austr.
var. Boryana Del. — Madag., Ins. Borb.
22. St. argyracea Del. — Am., Java, Cochinch., Polyn., Austr.

23. St. Freycinetii Del. — Am. max. mer., Austr., reg. antarct.
var. Delisea (Fée) Bab. — Austr., ins. J. Fern.
var. fulvocinerea (Mnt.). — Am. max. mer.
* St. Gaudichaudii Del. — Ins. Maclov.
* St. intricata Del. — Ins. Borb., Polyn.
24. St. Dozyana Mnt. et v. d. B. — Java.
25. St. laciniata Ach. — Amer. mer.
var. læviuscula Nyl. — Mexico.
26. St. cometia Ach. — Amer. mer.
27. St. tomentosa Ach. — Amer. æquin.
28. St. faveolata Del. — Amer. max. mer., Austral.
* St. Hookeri Bab. — N. Zel.
* St. Richardi Mnt. — Chili, Austral., ins. Auckl.

Sectio C. — Cyphellæ flavæ.

29. St. obvoluta Ach. — Amer. max. mer.
var. Guillemini (Mnt.). — Chili.
30. St. xanthosticta Pers. (*St. lutesc.* Tayl.) (1) — Am., ins. Canar., Java.
31. St. carpoloma Del. — Amer. max mer., Polyn., Java.
32. St. orygmæa Ach. — Amer. max. mer., Austr., reg. antarct.
* St. Colensoi Bab. — N. Zel., Tasm.
33. St. d'Urvillei Del. — Amer. max. mer., N. Zel.
34. St. endochrysa Del. — Amer. max. mer.
35. St. vaccina Mnt. — Chili.
36. St. crocata Ach. — Eur. occid., Am., Afr., Java, Austr.
37. St. gilva Ach. — Afr. mer.
38. St. aurata Ach. — E. occ., Am., Afr., As. m., Polyn., Austr.
39. St. Mougeotiana Del. — Afr. mer. et ins. adjac., Guyan.

II. **Ricasolia** DN., Nyl.

1. R. coriacea (Tayl.). — N. Zel.
2. R. glomulifera DN. — Eur., Amer., As.
3. R. intermedia Nyl. — Mexico.
4. R. herbacea DN. — Eur., Am.
5. R. discolor (Ach.). — Madag., ins. Borb., Java.
6. R. glaberrima (DN.). — Brasilia.

(1) Potius propinqua *Stictæ filicinæ*. *St. carpoloma* parum vel vix specie differ a *St. crocata*. *St. erythroscypha* Tayl. ex ins. J. Fernand. sit *St. gilva* Ach. *St. aurigera* Del. vix diversa est a var. *xantholoma* Del. *Stictæ Mougeotianæ*.

7. R. crenulata (Hook.). — Amer. æquin., ins. Afr. mer.
8. R. dissecta (Ach.). — Amer. æquin.
9. R. corrosa (Ach.). — Amer. æquin.
10. R. Kunthii Del. — Amer. æquin.

III. Parmelia Ach., Nyl.

Sectio A. — Parmeliæ maxime legitimæ.

a. — Stirps Parmeliæ caperatæ.

1. P. sphærospora Nyl. — Ins. Afr. mer., Cap. B. Sp.
2. P. caperata Ach. — Eur., Afr., Amer., As., Austr.
3. P. hypomiltha Fée. — Amer. mer.

b. — Stirps Parmeliæ perlatæ.

4. P. perlata Ach. — Fere cosmopolita.
var. ciliata DC. — Eur., Afr., Amer., As., Austr.
5. P. perforata Ach. — Cap. B. Sp., Am., Polyn., Austr.
6. P. crinita Ach. — Amer. æquin.
7. P. appendiculata Fée. — Madag.
8. P. tiliacea Ach. — Eur., Afr., Amer. bor., As., Austr.
9. P. livida Tayl. — Amer. (N. Orl.).
10. P. sinuosa Ach. — Fere cosmopolita.
* P. hypothrix Nyl. (*P. carporh.* Tayl.). — Eur., ins. Canar.
* P. relicina Fr. (th. flavido). — Am., Austr., Java.
* P. pulvinata Fée. — Amer. æquin.
* P. caracensis Tayl. — Amer. æquin.
11. P. atricapilla Tayl. — Ind. orient.
12. P. mutabilis Tayl. — Cap. B. Spei.
13. P. physcioides Nyl. — Amer. mer.
14. P. camtschadalis Ach. — As.
var. americana Mnt. — Amer.
var. fistulata (Tayl.). — Amer. mer.

c. — Stirps Parmeliæ colpodis.

15. P. moniliformis Bab. — N. Zeland.
16. P. hypotrachyna Nyl. — Amer. mer.
17. P. colpodes Ach. — Amer. bor.

d. — Stirps Parmeliæ physodis.

18. P. physodes Ach. — Fere cosmopolita.
var. lugubris Pers. — Amer.
var. enteromorpha Ach. — Amer.
* P. placorodioides Nyl. — Austral.
19. P. hypotrypa Nyl. — Himalaya.
20. P. pertusa Schær. — Eur., Amer., As., Austr.
21. P. cincinnata Ach. — Amer. max. mer.

22. P. placorodia Ach. — Amer. bor.
23. P. angustata Nyl. — N. Granata.
e. — Stirps Parmeliæ saxatilis.
24. P. saxatilis Ach. — Eur., Afr., Amer. bor., As.
var. lævis Nyl. — Pyren.
var. panniformis Schær. — Eur.
var. omphalodes (Ach.) Fr. — Eur., As.
* P. contorta Bor. — Græcia, Alger.
25. P. Borreri Ach. — Eur., Afr., Amer., As.
26. P. polycarpa Tayl. — Austral.
27. P. laceratula Nyl. — Austral.
f. — Stirps Parmeliæ conspersæ.
28. P. conspersa Ach. — Cosmopolita.
* P. leonora Spr. — Cap. B. Spei.
29. P. Mougeotii Schær. — Eur., Amer.
30. P. centrifuga Ach. — Eur. bor., Amer. bor.
31. P. molliuscula Ach. — Cap. B. Sp.
32. P. incurva Fr. — Eur., Amer. bor.,
g. — Stirps Parmeliæ acetabuli.
33. P. acetabulum Dub. — Eur., Afr., Amer. bor.
34. P. hottentotta (Ach.). — Cap. B. Sp.
h. — Stirps Parmeliæ olivaceæ.
35. P. Dregeana Hmp. — Cap. B. Spei.
36. P. olivacea Ach. — Eur., Afr., Amer., As., Austr.
var. exasperata (Ach.). — Eur.
var. panniformis Nyl. — Eur. bor.
37. P. dendritica Pers. — N. Zel.
38. P. Fendleri Tuck. — Am. (Alabama).
39. P. stygia Ach. — Eur., Amer. bor.
40. P. fahlunensis Ach. — Eur., Amer. bor., As. frigid.
41. P. lanata (L.). — Eur.
42. P. tristis (Web.). — Eur., Amer. bor.
Sectio B. — Thallus cetrariiformis.
43. P. Wallichiana (Tayl. s. *Stict.*). — Ind. or.
Sectio C. — Thallus cladonioideus.
44. P. semiviridis Müll. — N. Holland.
Sectio D. — Th. totus anguste lineari-laciniatus. (1)
45. P. tæniata Nyl. — Amer. æquin.

(1) Ad hanc sectionem, in qua thallus infra ex hypothallo convexus, supra planus, pertineat *P. semiteres* Mnt. et v. d. B. javanica.

IV. Physcia Fr., Nyl.

Sectio A. — Species everniiformes.

a. — Apothecia fulva vel crocea.

1. Ph. flavicans DC.— Eur. max. occ., Afr., Am., As., Austr.
* Ph. exilis Mich. — Am. æquin., Chili.
* Ph. crocea (Ach.). — Ind. occid., Chili.
2. Ph. villosa Dub. — Hisp., Lusit., Afr., Peruv.

b. — Apothecia nigra vel nigricantia.

3. Ph. intricata Schær. — Hisp., Lusit., Afr.
   var. ephebea (Ach.). — Peruvia.

Sectio B. — Species parmeliiformes, rhizinis præditæ.

a. — Species th. flavo s. flavicante, sporis incoloribus. (1)

4. Ph. chrysophthalma DC. — Eur., Afr., Am., Pol., Austr.
   var. pubera (Ach.).— Amer. mer.
   var. capensis (Ach.).—Afr. m., Peruv. (*Borr. per.* Ach.).
5. Ph. parietina (L.) Nyl. — Eur., Afr., As., Amer. bor., Chili, Polyn., Austr.
   var. ectanea (Ach.).—Eur., Afr., Am. bor., Chili, Austr.
   var. polycarpa (Ehrh.). — Eur., Amer. bor.
6. Ph. flammea (Ach.). — Cap. B. Sp.
7. Ph. candelaria (Ach.). — Eur., Amer. bor.
   var. stellata (Tuck.). — Amer. bor.

b. — Species th. cinerasc. (raro fuscesc.); sporæ fuscæ I-septatæ.

8. Ph. ciliaris DC. — Eur., Afr., Amer. bor.
   var. saxicola Nyl. — Eur., ins. Canar.
   var. solenaria (Dub.). — Eur.
9. Ph. leucomela Mich. — Eur., Afr., As., Amer., Austr.
   var. angustifolia (M. et Flt.). — Am. æquin., S. Hél., Ind. or.
   var. erinacea (Ach.). — Am. bor. occid., As. or.
   var. podocarpa (Bél.).— Amer., Ind. or., Java.
10. Ph. comosa (Eschw.).— Amer. æquin.
11. Ph. speciosa Fr. — Eur., Afr., Am., As., Polyn., Austr.
12. Ph. plumosa (Tayl.). — Ceylon, Java, Polyn.
13. Ph. cylindrophora (Tayl.). — Ind. or.
14. Ph. domingensis (Mnt., non Ach.).—Amer., As. m., Polyn.

(1) Sporæ lichenum aut sunt incolores (albæ vel fere hyalinæ et sub microscopio aspectus dilute flavidi) aut fuscescentes vel fuscæ. E lentibus objectivis variis pendet color glauco-coerulescens vel virescens, quæ sporis incoloribus adtribuitur ab auctoribus usu microscopii parum expertis.

15. Ph. papulosa (Mnt.).— Ins. Sandwic.
16. Ph. dilatata Nyl. — Abyssinia.
17. Ph. major et var. isidiosa Nyl. — Mexico.
18. Ph. stellaris Fr. — Eur., Afr., Am. bor., As., Austr.
var. angustata Nyl. — Eur.
var. hispida (Schær.). — Eur.
var. tenella (Schær.). — Eur.
var. albinea (Ach.). — Eur.
19. Ph. astroidea Fr. — Eur., Amer.
20. Ph. cæsia Fr. — Eur., Amer. bor.
21. Ph. applanata (Fée).—Am. et Afr. æq., As. m., Pol., Austr.
var. leucothrix (Tayl.).— Afr. occid.
22. Ph. confluens (Fr.). — Am. æquin., Afr. et As. mer.
23. Ph. viridis Mnt. (*P. sparsa* Tayl.). — Ind. occid.
24. Ph. obscura Fr. — Eur., Afr., As., Austr.
* Ph. ulothrix (Fr.). — Eur., Ind. or.
* Ph. adglutinata (Schær.). — Eur.
* Ph. firmula Nyl. — Himalaya.
25. Ph. subobscura Nyl. — Brasilia.
26. Ph. pulverulenta Fr. — Eur., Afr., Amer. bor.
var. angustata (Ach.). — Eur.
var. pityrea (Ach.). — Eur.
27. Ph. muscigena (Ach.). — Eur., Amer. bor.
28. Ph. detonsa Fr. — Corsica, Amer. bor.
29. Ph. aquila Fr. — Eur., Himal.
var. compacta Nyl. — Amer. arct.

TRIB. XIII. — *GYROPHOREI*.

1. Umbilicaria Hffm.

Sectio A.— Species thecis monosporis (Lasallia Mér.).

1. U. pustulata Hffm. — Eur., Afr., Amer. bor.
2. U. papulosa (Ach.). — Amer. sept., Himalaya.
3. U. pennsylvanica (Ach.). — Amer. bor.
4. U. mammulata (Ach.). — Amer. bor.

Sectio B. — Species thecis 8-sporis, sporis simplicibus.

5. U. Mühlenbergii (Ach.). — Amer.
var. diffissa Nyl. — Chili.
6. U. polyrhiza (L.). — Eur., As.
7. U. polyphylla Hffm. — Eur., Amer., As.
var. deusta (Ach.) Fr. — Eur., As.
8. U. hyperborea Hffm. — Eur., Amer.
var. arctica (Smrf.). — Eur. et Amer. arct.

9. U. erosa Hffm. — Eur., Amer.
10. U. atropruinosa Schær. — Eur., Amer.
11. U. proboscidea DC. — Eur., Amer., As.
12. U. cylindrica (L.) Fr. — Eur., Amer., N. Holl.
13. U. vellea (L.) Fr. — Eur., Abyss., ins. Canar., Amer.
var. Dillenii (Tuck.). — Amer. bor.
14. U. hirsuta DC. — Eur., Amer., As.
15. U. haplocarpa Nyl. — Peruv.
16. U. murina DC. — Eur.
17. U. dichroa Nyl. — Peruv., Boliv.

Trib. XIV. — *PYXINEI.* (1)

I. **Pyxine** Fr.
1. P. retirugella Nyl. — Polynes.
2. P. cocoës (Ach.). — In omnib. terris æquin., Chili.
3. P. coccifera (Fée). — Amer. æquin., Java.

Ser. V. — PLACODEI.

Trib. XV. — *LECANOREI.*

Subtrib. I. — Psoromei.

I. **Psoroma** (Fr. pr. p.) Nyl.
1. Ps. subpruinosum Nyl. — N. Zeland.
2. Ps. hypnorum Fr. — Eur., Amer.
var. coralloideum Nyl. — N. Zel. (Colens. n. 4548).
* Ps. paleaceum Fr. — Eur., ins. Maclov.
3. Ps. subhispidulum Nyl. — Ins. Borbon.
4. Ps. hispidulum Nyl. — Chili.
5. Ps. sphinctrinum (Mnt.). — Chili, Austral.
var. crispellum Nyl. — N. Zeland.
6. Ps. pallidum Nyl. — Fret. Magell.
7. Ps. xanthomelanum Nyl. — N. Zeland.

Subtrib. II. — Pannariei.

II. **Pannaria** Del., Nyl.
1. P. Gayana (Mnt.). — Chili, N. Zeland.
2. P. erythrocarpa Del. — Ins. Borb., Madag.

(1) Thallus forma laciniata ut in *Parmeliis* plurimis, apotheciis ut in *Lecideis* (nigris), sterigmatibus simplicibus breviusculis, spermatiis rectis, sat brevibus. *P. sorediata* Fr. non differt a *P. cocoës* Ach.

3. P. lurida (Mnt.).— Ins. Sandwic., Borb., Madag., Philipp.
4. P. fulvescens (Mnt.). — Polynes., Fret. Magell.
5. P. pannosa Del. — In omnib. terris tropicis, ins. Sandwic.
6. P. rubiginosa Del. — Eur., Amer.
   var. radiata Nyl. — Amer. æquin., ins. Borb.
   var. conoplea (Ach.) Fr. — Eur.
7. P. nigrocincta (Mnt.).—Am. mer., Afr. æquin., Java, N. Zel.
8. P. pholidota (Mnt.). — Amer. trop. et mer., N. Zeland.
9. P. imbricata Nyl. — Tasmania.
10. P. brunnea Mass. — Eur.
11. P. nebulosa Nyl. — Eur.
12. P. microphylla Mass. — Eur., Afr., Amer. bor., As.
13. P. Saubinetii (Mnt.). — Eur.
15. P. microphylloides Nyl. — Chili.
15. P. triptophylla (Ach., Fr.) Nyl. — Eur., Amer. bor.
   var. nigra (Ach.). —Eur., Afr., Amer. bor., N. Zel.
   var. cæsia (Schær.). — Eur.
16. P. lutosa (Ach. s. *Coll.*) Nyl. — Gall., German.
17. P. Schæreri Mass. — Bavar.
18. P. subradiata Nyl. — Pyren.
19. P. Hookeri (Sm. *E. B.* t. 2283). — Scotia.
20. P. elæina (Whlnb.). — Lapponia.
21. P. muscorum (Ach.) Del. — Eur.

III. **Coccocarpia** Pers., Nyl. (1)

1. C. plumbea (Lightf.). — Eur., Afr. bor.
2. C. molybdæa Pers. — In omnib. terr. tropicis.
   var. aurantiaca (Tayl.). — N. Zeland., Java.
* C. incisa Pers. — Polyn.
* C. smaragdina Pers. — Polynes.
3. C. ciliolata Mnt. — Taïti.

(1) Nimis arcta est affinitas inter *Coccocarpias* et *Pannarias*. In *Coccocarpiis* thallus ad formam radiato-submonophyllinam tendens (sæpe concentrice versus ambitum rugulosam) et apotheciis constanter biatorinis levem offert differentiam a *Pannariis*. *Pannaria plumbea* Del. et auctor. omnino (ex. gr. in Lusitania et Canariis) confluit cum *Coccocarpia plumbea*. Similiter *Erioderma* vix differt a *Pannaria*. *Sticta Groendaliana* Ach. idem est ac *Nephroma unguigera* Ach.

III. **Erioderma** Fée.

1. E. unguigerum (Bor.). — Ins. Borbon.
2. E. polycarpum Fée. — Ins. Borb.
   var. mexicanum Nyl. — Mexico.
3. E. chilense Mnt. — Chili.

V. **Heppia** Næg.

1. H. virescens (Despr.). (1)— Eur., ins. Canar., Amer. bor.
2. H. solorinoides Nyl. — Syria.

VI. **Cora** Fr.

1. C. pavonia Fr. —Amer. æquin., Polynes.

VII. **Dichonema** N. ab. Es.

1. D. sericeum (Sw.). — Amer. æquin., Polynes.

Subtrib. III. — Amphilomei.

VIII. — **Amphiloma** Fr.

1. A. lanuginosum Fr. — Eur.
2. A. gossypinum (Mnt.).— Amer. mer., Java. (An huj. gen.?).

Subtrib. IV. — Squamariei.

IX. **Squamaria** DC.

Sectio A. — Thallus cartilagin. Spec. terrestr. vel saxicolæ.

1. Squ. crassa DC. et v. Dufourei (Fr.). — Eur., Afr.
2. Squ. lentigera DC. — Eur., Afr.
3. Squ. gypsacea (Sm.). — Eur., Afr.
4. Squ. Lagascæ (Sm.). — Eur.
5. Squ. chrysoleuca (Sm.). — Eur., Am. bor., Himalaya.
   var. peltata (DC.). — Eur.
   var. liparia Ach.— Eur., Abyss., Am., reg. antarct.
   var. melaloma (Ach.). — Eur., Abyss.
6. Squ. cartilaginea DC. — Eur.
7. Squ. saxicola (Ach.) Nyl. — Cosmopolita.
   var. versicolor (Pers.). — Eur.
   var. pruinosa (Chaub.).— Gall.
   var. diffracta (Ach.). — Eur.
   var. disperso-areolata (Schær.). — Eur.
8. Squ. squamulosa Nyl. — Chili.
9. Squ. lobulata Nyl. — Himalaya.

(1) *Solorina virescens* Despr. in hb. Bor. (Thuret) et sub nom. *Sol. Despreauxii* in Mnt. *Canar.* p.104, t. 6, f. 5 (sed non fig. sporæ, quæ *Solorinæ saccatæ*) est *H. urceolata* Næg. et *Lecan. adglutinata* Kphb.

10. Squ. straminea (Ach.). —Eur., Amer. bor.
11. Squ. concolor (Ram.). — Eur.
12. Squ. gelida (L.) Nyl. — Eur., Amer., N. Zeland.
13. Squ. hiulca Nyl. — Chili.
14. Squ. lateritia Nyl. — Terra Kerguelen.

Sectio B. — Thallus tenuior, radiatim laciniatus. Cortic., lignicolæ.

15. Squ. ambigua (Wulf.). — Eur., Am. bor.
16. Squ. aleurites (Ach.). — Eur., Amer. bor.

Subtrib. V. — Placodiei.

x. **Placodium** DC., Nyl.

Sectio A. — Species cinerasc. vel albicantes.

1. Pl. candicans Dub. — Eur.
2. Pl. circinatum (Pers.) Nyl. — Eur., Afr., As.
   var. myrrhinum (Ach.). — Eur., Afr.
   var. variabile (Pers.) et psorale (Ach.). — Eur.
   var. ecrustaceum Nyl. (*Pl. Agardh.* Hepp n. 407). — Eur.
3. Pl. chalybæum (Duf.) Næg. — Eur.
4. Pl. Reuteri (Schær.). — Helv., Pyren.
5. Pl. alphoplacum (Whlnb.). — Eur., Amer. bor.
* Pl. melanaspis (Whlnb.). — Eur. septentr.

Sectio B. — Sp. th. flavesc., fulvesc. (uni [6] typice albic.,); ap. fulvesc.

6. Pl. teicholytum DC. — Gallia.
   var. arenarium (Pers.). — Eur.
7. Pl. fulgens DC. — Eur., Afr.
   var. bracteatum (Hffm.). — Eur.
* Pl. Drummondii (Tayl.). — Australia.
8. Pl. aureum (Schær.) Nyl. — Helv., Pyren.
9. Pl. scorigenum (Mnt. sub *Evern.*). — Ins. Canar.
10. Pl. chrysochroum (Mnt.). — Peruv.
11. Pl. rugosulum Nyl. — Chili, Tasmania.
12. Pl. elegans DC. — Eur., Amer., As., Abyss.
13. Pl. murorum DC. — Cosmopolita.
   var. lobulatum (Flk.). — Eur., Afr., Amer., As.
   var. steropeum (Ach.). — Gall., Scotia.
   var. citrinum (Hffm.) Nyl. — Eur., Amer.
   var. cinnabarinum (Ach.). — Eur. mer., terræ trop., Cap. B. Sp., Austr.
   var. evanescens Nyl. — Ins. Maclov. (saxa quartz.).
14. Pl. callopismum Mér. — Eur.
15. Pl. flavorubens Nyl. — Afr. occid. tropica.

Subtrib. VI. — Lecanorei sensu strictiori.

XI. Lecanora Ach. pr. p., Nyl.

a. — Stirps Lecanoræ cerinæ. Ap. sæpe biatorina.

1. L. cerina Ach.— Eur., Afr., Amer. bor.
   var. biatorina Nyl. (ff. gilva, pyracea, holoc. Ach.).—Eur.
   var. rupestris (Scop.).—Eur., N. Zel. (coll. Col. n. 5285).
   var. stillicidiorum Schær. — Eur.

* L. hæmatites Chaub. — Eur.

* L. fuscolutea (Dicks.). — Eur.

2. L. aurantiaca (Lightf.). Eur., Afr., Am., Austr., ins. Sandw.
   var. erythrella (Ach.). — Eur., Amer.
   var. convexa Nyl. — Norvegia.

* L. ochracea (Schær.). — Eur. mer., Ind. occid.

3. L. Brebissonii (Fée. s. *Lecid.*). — Peruv., ins. Sandwic.
4. L. ferruginea (Huds.). — Eur., Afr., Am., As.
   var. polypæna (Ach. in hb. Duf.). — Hispan.
   var. fuscoatra (Bayrh.). — Eur.
5. L. Lallavei (Clem.). — Eur. mer. et temper.
6. L. rubelliana Ach. — Eur. (Helv., Pyren.).
7. L. epanora Ach. — Eur., (Pyren., Helv., Norveg.).
8. L. phlogina (Ach.) Nyl. — Eur.
9. L. vitellina Ach. — Eur., Abyss., Amer. bor.

b. — Stirps Lecanoræ cervinæ.

* Species cervinæ vel fuscesc. vel nigricantes.

10. L. purpurascens Nyl. — Gall. mer.
11. L. endocarpea (Fr.). — Hispan., Alger.
12. L. molybdina Ach. — Eur. sept., Amer. sept.
13. L. cervina Ach. (*L. rufescens* Borr.).— Eur., Afr., Amer.
    var. smaragdula Schær.— Eur.
    var. castanea Schær. (et glaucoc. Schær.).— Eur.
    var. sinopica Schær. — Eur.
    var. pruinosa (*Lecidea* Sm.). — Eur.
    var. simplex (*Lichen* Dav.). — Eur.
    var. cineracea Nyl. (terrestris). — Gall.

* L. Heppii (Næg. s. *Myriosp.*, ex Arn.). — Bavar.

14. L. oligospora Nyl. — Gall. mer.
15. L. rutilans (Krb.). — Germania.
16. L. phylliscum Nyl. — Chili.
17. L. strigata Nyl. — Chili.

** Species citrinæ.

18. L. chlorophana Ach. — Eur., As.

var. oxytona Ach. (ap. lecanor.). — Eur.
var. tersa (Fr., Mnt.). — Pyren. orient.
19. L. Schleicheri (Ach.). — Eur. mer., Afr. bor.
* L. microcarpa Nyl. — Gall. mer. (Agde).
* L. dealbata DR. — Algeria.
20. L. xanthophana Nyl. (*L. bella* Nyl. olim). — Chili, Ind. occ.

c. — Stirps Lecanoræ cinereæ.

21. L. cinerea (L.). — Eur., Afr., Am.
var. cinereorufescens (Ach.). — Eur.
var. Acharii (Westr.). — Eur.
var. diamarta (Ach.). — Eur.
* L. gibbosa (Ach., *L. tuberculos.* Sm.). — Eur.
* L. calcarea (L.). — Eur., Afr., Amer., As.
f. phlyctiformis Nyl. — Gall. mer.
f. farinosa (Flk.). — Eur.
f. cæsioalba (Fr.). — Eur.
f. Hoffmanni (Ach.). — Eur.
f. lundensis (Fr.). — Eur.
22. L. odora (Ach., Krb. *L. sel.* 39). — Eur.
23. L. esculenta Eversm. — Afr. bor., As.
var. fruticulosa (Eversm.). — As.
24. L. oculata (Dicks.). Sp. dub. — Eur. sept., Amer. sept.
25. L. mutabilis (Ach.). — Eur., Afr. bor.
26. L. verrucosa Laur. — Eur., Amer. bor.
27. L. ambigens Nyl. — Cap. B. Sp.
28. L. microcarpa Nyl. — Ins. Maclov.
29. L. amphorella Nyl. — Mexico.

d. — Stirps Lecanoræ tartareæ.

30. L. parella Ach. (et f. Upsaliensis). — Cosmopolita.
var. pallescens Ach. — Eur.
var. Turneri (Sm.). — Eur.
31. L. tartarea Ach. — Eur., Afr., Amer.
var. frigida et gonatodes Ach. — Eur. sept., Am. sept.
32. L. subtartarea Nyl. — Peruv.

e — Stirps Lecanoræ subfuscæ.

* Apoth. pallida, flavesc., fusca vel nigra.

33. L. parellina Nyl. — Chili, Java, N. Zeland.
34. L. carneolutescens Nyl. — Mexico.
35. L. carneopallida Nyl. — Eur. bor.
36. L. leucolepis Ach. — Lapp.
* L. asperella Hmp. — Cap. B. Spei.

37. L. granulata Nyl. — Madag.
38. L. subfusca Ach. — Cosmopolita.
var. epibrya (Ach.). — Eur., Amer.
var. angulata (Ach.). — Eur.
var. albella (Pers.).— Eur., Amer.
var. muralis Nyl. (*galactina* Ach. pr. p.).— Eur.
var. lainea (Ach.). — Eur.
* L. Hageni Ach. et f. crenulata (Dicks.). — Eur.
39. L. cenisea Ach. — Eur.
f. calcarea (ecrustacea). — Eur.
f. cateilea (Ach., corticola). — Eur.
40. L. glaucoma Ach. — Cosmopolita.
var. subcarnea (Ach.). — Eur.
var. corrugata Nyl. — Alger.
var. lecideina Schær. — Eur. (alp.).
41. L. æruginosa Nyl. — Chili.
42. L. blanda Nyl. — Peruv.
43. L. cæsiorubella Ach. — Amer., Madag.
44. L. helicopis (Whlnb.). — Eur. arct.
45. L. erysibe (Ach.). — Eur.
46. L. fuscococcinea Nyl. — Ins. Borbon.
47. L. scrupulosa Ach. — Eur.
var. microspora Nyl.— Brasilia.
48. L. athroocarpa Dub. — Eur.
var. conferta (Fr.). — Gall., Germ.
49. L. sulfureoatra Nyl. — Ins. Canar.
50. L. constans Nyl. — Gall. (Paris.).
51. L. varia Ach. — Eur., Afr., Amer. bor.
var. lutescens (DC.). — Eur.
var. symmicta (Ach.). — Eur.
var. orosthea (Ach.). — Eur.
var. polytropa (Ehrh.). — Eur.
var. aitema Schær. (et f. sarcopis). — Eur.
52. L. sulfurea Ach. — Eur., Afr.
53. L. frustulosa Ach. — Eur.
var. thiodes Schær. — Eur.
var. subventosa Nyl. — Amer. arct.
54. L. atra Ach. — Fere cosmopolita.
55. L. erythrinosa Nyl. — Brasil.
56. L. granifera Ach. — Afr. et Amer. æquin.
57. L. sulfureofusca Fée. — Amer. mer.

58. L. platygraphoides Nyl. — Ind. or.
59. L. torquata (Fr.). — Helv., Gall.
60. L. badia Ach. — Eur., Amer.
61. L. atriseda (Fr.). — Eur.
62. L. Montagnei (Fr.). — Gall. mer.
63. L. cupreobadia Nyl. — Pyren.
64. L. olivacea (Duf.). — Gall. mer.

** Apoth. læte rubra. Sporæ 3-septatæ aut murales.

65. L. rubra Ach. — Eur., Afr., Amer.
66. L. chrysosticta (Tayl.). — N. Zeland.

f. — Stirps Lecanoræ sophodis.

* Thallus flavescens vel flavus. (1)

67. L. carphinea Schær. — Pyr. or., Gall. mer.
68. L. oreina Ach. — Eur., Amer. bor.
69. L. lepida Nyl. — Brasilia.

** Thallus cinerasc. vel fuscesc. aut (in 74) albus.

70. L. infuscata Nyl. — Chili.
71. L. sophodes Ach. — Eur., Afr., Amer., As.
ff. metabolica (Ach.) et atrocinerea (Fr.).— Eur.
ff. lævigata (Ach.) et controversa (Mass.).— Eur.
var. Zwackhiana (Kmphb.). — German.
72. L. turfacea Ach. — Eur. (alp.).
73. L. amniocola Ach. (vix dist. a præced.) — Eur. (alp.).
74. L. milvina (Whlnb.). — Eur. sept.
75. L. subsophodes Nyl. — Am. arct.
76. L. isidioides (Borr. *E. B.* t. 2808). — Anglia.

g. — Stirps Lecanoræ ventosæ.

77. L. punicea Ach.—Omn. reg. tropicæ, Cap. B. Sp., Austral.
78. L. rufidula Fée. — Peruv.
79. L. hæmatomma Ach. — Eur., Amer.
80. L. elatina Ach. — Eur.
* L. ochrophæa (Tuck.). — Amer. bor.
81. L. ventosa Ach. — Eur., Amer., As.

XII. Glypholecia Nyl.

1. Gl. placodiiformis (Del.) Nyl. — Alp. Helvet.

(1) In speciebus 67, 68 thallus est placodiiformis, radiosus, sed spermogonia sterigmata simplicia breviuscula offerunt, quare mox hæ species a Placodiis recedunt. In *L. lepida*, quæ est corticola, thallus citrinus continuus. — *Lichen Hookeri* Sm. *E. B.* t. 2283 est *Pannaria* nec hujus stirpis, ut cum auctoribus olim putavimus.

2. Gl. rhagadiosa (Ach. s. *Lecan.*). — Sabaud.
3. Gl. candidissima Nyl. — Alger. (1)

XIII. Peltula Nyl.

1. P. radicata Nyl. — Algeria (Biskra).

XIV. Dermatiscum Nyl.

1. D. Thunbergii (Ach. sub *Endocarpo*). — Cap. B. Spei.

XV. Urceolaria Ach. pr. p., Nyl.

1. U. ocellata DC. — Eur., Afr. bor.
2. U. cinereocæsia Swartz. — Amer. æquin.
3. U. scruposa Ach. — Eur., Afr., Amer., As., Polyn.
   var. diacapsis Schær. — Eur., Afr.
   var. cretacea Schær. — Eur.
   var. bryophila Ach. et ecrustacea Nyl. — Eur.
* U. areolata Nyl. (var. præced. ?). — Peruv.
4. U. actinostoma Schær. — Eur., Ind. or.

XVI. Dirina Fr., Nyl.

1. D. repanda (Fr.) Nyl.— Eur. mer., Afr., Ind. or.
2. D. capensis (Fée hb.). — Cap. B. Spei.
3. D. limitata Nyl. — Chili.

XVII. Pertusaria DC.

Sectio A. — Species thecis normaliter 1-2-sporis.

1. P. macrospora Hepp. — Helvetia.
2. P. communis DC. — Cosmopolita.
3. P. melaleuca Dub. — Eur.
* P. punctata Nyl. — Ind. orient.
4. P. coccodes (Ach., huc et *ceuthoc*. Fr.). — Eur.
5. P. glomerulata Nyl. — Finland. (ad Aboam).
6. P. Hutchinsiæ (Turn. et Borr.).— Hibern.
7. P. ceuthocarpa (Sm.) Borr. (non Fr.). — Hibernia.
8. P. pilulifera (Pers.). — Amer. mer., ins. Afr. mer.
9. P. globulifera (Sm.). — Eur., Amer., As.
10. P. cæsioalba (Flot.). — Eur., Afr., As.
11. P. subverrucosa Nyl. — N. Zeland.

Sectio B. — Species thecis normaliter 5-8-sporis.

12. P. flavens Nyl. — Madagascar.
13. P. Wulfenii DC. — Eur., Amer.
14. P. pustulata Ach. — Eur.

(1) Huic generi adhuc pertinere videntur *Lecanora grumulosa* Schær. *Enum.* p. 57 et *Lecidea lepadina* Smrf. *Lapp*. p. 145. Illa tamen fortasse sit identica cum *Gl. placodiiformi*.

15. P. chiodectonoides Fée. — Amer. æquin.
16. P. Sommerfeltii (Flk.). — Lapp.
17. P. cucurbitula Mnt. et var. lævigata Nyl. — Chili.
18. P. trypetheliiformis Nyl. — Taïti.
19. P. Acharii Fée. — Amer. mer.
20. P. cryptocarpa Nyl. — Peruv.
21. P. dermatodes Nyl. — Polynes.
22. P. papillulata Nyl. — Chili.
23. P. globularis Ach. — Amer. bor.
24. P. leioplaca Schær. (1) — Cosmopolita.
25. P. verrucosa Fée. — Amer. mer.
* P. Quassiæ Fée. — Amer. mer.
26. P. glomerata Schær. — Eur. (alp.).
27. P. concreta Nyl. — Amer. bor. et arct.
28. P. xanthostoma Fr. — Lapp., Norvegia.
29. P. lecanorina Nyl. — Chili.
30. P. subglobulifera Nyl. — N. Zelandia.
31. P. erubescens (Tayl. s. *Urceol.*). — Ins. Maclovian.
32. P. melanospora Nyl. et var. calcarea. — Chili.
33. P. phlyctænula Nyl. — Chili.

XVIII. Varicellaria Nyl. (Sporæ 1-septatæ).

1. V. microsticta Nyl. — Amer. septent.

XIX. Phlyctis Wallr.

1. Phl. agelæa Wallr. — Eur.
2. Phl. argena Wallr. — Eur.
3. Phl. boliviensis Nyl. — Bolivia.
4. Phl. leucosticta (Mnt. s. *Pertus.*). — Guyan. gallica.

XX. Thelotrema Ach., Nyl.

a. — Sporæ parvæ hyalinæ.

1. Th. crassulum Nyl. — Ins. Borbon.
2. Th. microporum Mnt. — Taïti, Java.
3. Th. myriotrema Nyl. (*Myriotr.* Fée). — Amer. mer.

(1) *Porina subcutanea* Ach., *P. papillata* Ach., *P. peliostoma* Ach., *P. depressa* Fée, *P. sclerotium* Fée, *P. tetrathalamia* Fée mihi specie non differre videntur a *P. leioplaca* Schær. — *Pertus. nivea* Fr., cujus speciminulum unicum cognitum (hb. Fries.) analysi subjicere non contigit verrucas thallinas habet parvas (fere ut conceptacula «*Pyren. leucocephalæ*» monohymeneas).

4. Th. myriotremoides Nyl. — Amer. mer.
5. Th. leptoporum Nyl. — Ind. occid. (Ins. Pinos).
6. Th. pachystomum Nyl. — Peruv.

b. — Sporæ minores s. mediocr. hyal. (raro fuscesc. s. infuscatæ).

7. Th. dehiscens Nyl. — Guyan. brit.
8. Th. clandestinum Fée. — Amer. mer.
9. Th. cavatum Ach. (*Th. Bonpl.* Fée).— Am. et Afr. æquin.
 var. obturatum (Ach.). — Afr. occid.
 var. granuliferum Nyl. — Ceylon.
 var. porinoides (Mnt. et v.d. B.). — Java.
 var. dolichosporum Nyl. — Noukahiva.
10. Th. conforme Fée. — Amer. mer., Java.
11. Th. concretum Fée. — Amer. merid.
12. Th. olivaceum Mnt. — Amer. merid.
13. Th. bicinctulum Nyl. — Carolin. merid.
14. Th. calvescens Fée. — Amer. merid.
15. Th. leucotrema Nyl. — Guyan. gall.
16. Th. platystomum Mnt. — Guyan. gall.
17. Th. terebratum Ach. — Amer. merid.
18. Th. albidulum Nyl. — Amer. æquin.
19. Th. sordidescens Fée. — Amer. æquin. (Ind. occid.).
20. Th. phlyctideum Nyl. — Bolivia.
21. Th. Bahianum Ach. — Amer. merid.
22. Th. myriocarpum Fée. — Amer. merid.

c. — Sporæ magnæ multilocular. s. murali-divisæ.

23. Th. lepadinum Ach.—Eur., Afr. (C. B. Spei), Am., N. Zel.
24. Th. depressum Mnt. — Guyan. gall.
25. Th. monosporum Nyl. — Guyan. gall.
26. Th. leioplacoides Nyl. — Cap. B. Spei.
27. Th. cryptotrema Nyl. — Guyan. gall.

d. — Sporæ fuscæ varie divisæ.

28. Th. compunctum (Sm., Ach. s. *Urceol.*). — Amboyna.
29. Th. pertusarioides Nyl. — Amer. æquin. (Columbia).
30. Th. Auberianum Mnt. — Amer. æquin.
31. Th. fissum Nyl. — Ins. Bornia.
32. Th. Wightii (Tayl. s. *Endoc.*).— Amer. bor. (subæquin.).
33. Th. distinctum Nyl. — Amer. mer.
34. Th. phæosporum Nyl. — Polyn. (N. Irland.).
35. Th. bisporum Nyl. — Ind. occid.
36. Th. Prevostianum Mnt. — Cuba.

XXI. Ascidium Fée. (Vix differt a Thelotr.).

1. Asc. domingense (Fée hb.). — Ins. S. Doming.

2. Asc. cinchonarum Fée. — Amer. mer. æquin.
3. Asc. rhodostroma Mnt. — Guyan. gall.
4. Asc. monobactrium Nyl. — China.

XXII. Gymnotrema Nyl. (1)

1. G. atratum Fée. — In plurim. terris æquin.

XXIII. Belonia Krb.

1. B. russula Krb. *L. sel.* 79. — German.

TRIB. XVI. — *LECIDEINEI.*

I. Coenogonium Ehrnb. (Filamenta articulata).

1. C. Linkii Ehrnb.—In terris omn. tropicis, Austr.(N. Zel.).
2. C. implexum Nyl. — N. Hollandia.
3. C. confervoides Nyl. — Amer. mer., Polynes.
4. C. complexum Nyl. — Bolivia.

II. Byssocaulon Mnt., em. defin. (Fil. non artic.).

a. — Thallus in lacinias dispositus.

1. B. niveum (Mnt.). — Ins. J. Fernand.
2. B. filamentosum (Bab.). — N. Zeland.

b. — Thallus crenulato-effigurat. Crocynia Ach.

3. B. molle Sw. (in hb. Turn., Hook.).— Am. æqu. et mer.
4. B. molliusculum (Fée hb.). — Ins. Borbon.

III. Lecidea Ach., Nyl.

Sectio A. — Apothecia normaliter læte tincta, concava. Gyalecta Ach.

1. L. carneolutea (Turn.). — Angl., Gall. occid.
2. L. exanthematica (Sm.). — Eur.
3. L. epulotica Ach., Hepp. — Helvetia.
* L. Prevostii Schær. — Eur.
 var. coerulea (DC. s. *Verr.*). — Eur.
4. L. cupularis Ach. — Eur., Amer.
5. L. foveolaris Ach. — Eur.
6. L. geoica Ach. — Scandin. (Gottl., Finl. mer.).
7. L. truncigena (Ach.). — Eur.

(1) *Gymnotrema* modo apotheciis denudatus, nec a thallo plus minus tectis, distat a *Thelotremate*, quare hic potius disponendum sit quam inter *Lecideineos*. — Similiter fere quoque *Varicellaria* differt a *Pertusaria*. In *V. microsticta* sporæ omnium lichenum maximæ, longit. adtingentes prope 0, 3 mm., latit. 0,115. — *Ozocladium Leprieurii* Mnt., a nobis non visum, Lecanoreorum tribus sistat genus peculiare, recedens, sed descriptio nimis manca.

8. L. chrysophæa (Pers.). — Gallia.
9. L. carneola Ach. — Eur., Amer. bor.
10. L. thelotremoides Nyl. (*Thel. gyal.* Mass.). — Eur.
11. L. leucaspis Kmphb. — Bavar.
12. L. pallida (Pers.). — Gall.
13. L. lutea Schær. — Eur., Amer., ins. Sandwic.
14. L. pineti Ach. — Eur., Amer.

Sectio B. — Apoth. plana s. convexa, typice non nigra. Biatora Fr.

a. — Thallus squamulosus. Sporæ simplices.

15. L. lurida Ach. — Eur., Afr.
16. L. globifera Ach. — Eur., Amer., As.
17. L. compacta Nyl. — Ins. Borb.
18. L. rufonigra Tuck. — Amer. bor.
19. L. testacea Ach. — Eur.
20. L. javanica Schær. — Java.
21. L. ochroxantha Nyl. — Peruv., Boliv.
22. L. parvifolia Pers. — Omn. terræ tropicæ.
* L. byssiseda Nyl. — Mexico.
23. L. pannarioides Nyl. — Fret. Magell. (Pl. Lechl. 1347).
24. L. blepharophora (Bél. sub *Coll.*). — Java.

b. — Thallus areolat., granul., æquabilis s. evanescens.

* Thallus areolatus.

25. L. viridiatra Stenh. *L. S.* 403. (ap. nigric.). — Scandin.
26. L. panæolaris Nyl. (*B. panæola* Fr.). (1) — Suecia.
27. L. griseo-coccinea Nyl. — Himalaya.
28. L. flavo-rufescens Nyl. — Scotia.

** Thallus granul., pulver., æquab. v. evanescens.

29. L. russula Ach. — In omn. terris trop., Eur. mer., Lusit.
var. leprosa Nyl. — N. Holland.
30. L. cinnabarina Smrf. — Eur. et Amer. arct., N. Holl. (alp.).
31. L. intermixta Nyl. — Eur., Afr., Amer.
var. parasemoides Nyl. — Gallia (Paris.).
* L. subfuscata Nyl. — Cap. B. Sp., Ceyl., Polyn.
32. L. diaphana (Krb. *L. sel.* 11). — Germ.
33. L. mutabilis Fée. — Amer. mer., Mexico.
34. L. luridescens Nyl. — Himalaya.
35. L. subrubescens Nyl. — Ind. occid.
36. L. Lightfootii Ach. — Eur. (Angl., Gall.).

(1) Huc accedit *L. castaneola* Duf. (*Parm.* Fr. *L. E.* p. 152), saxicola in Gallia meridionali lecta, parum cognita (cf. Nyl. *Prodr.* p. 113, not.).

37. L. canorubella Nyl. — Guyan. gall.
38. L. microsperma Nyl. — Ins. Borbon.
39. L. mauritiana Tayl.— Ins. Maur., Borbon.
40. L. flavopallescens Nyl. — N. Zeland.
41. L. Ehrhartiana Ach. —Eur.
42. L. xanthella Nyl. — Pyren.
43. L. lucida Ach. — Eur., Amer.
44. L. croceella Nyl. — N. Holland.
45. L. pyrophthalma (Bab. sub *Parm.*).— N. Zeland.
46. L. piperis Spr. (*B. vestita* Mnt. *Cub.*). — Amer. æquin.
47. L. hypomela Nyl. — Boliv., Brasil.
48. L. aurigera Fée. — Amer. bor.
49. L. triptophylloides Nyl. — Bolivia.
50. L. sanguineoatra Ach. — Eur., Afr., Amer. bor.
var. planiuscula Nyl. — Gall. (Voges.).
var. furfuracea (Pers.). — Amer. mer.
* L. fuscorubens Nyl. — Eur., ins. Canar.
51. L. vernalis Ach. — Eur., Afr., Amer.
var. muscorum (Schær.).— Eur., Afr., Am.
var. milliaria (Fr.).— Eur., Afr., Amer.
var. melæna Nyl. — Eur.
var. anomala (Ach. et f. Wallrothii Tul.). — Eur., Afr.
varr. turgidula (Fr.) et similis (Mass.).— Eur.
varr. denigrata (Fr.) et prasina (Schær.).— Eur.
var. sabulosa (Krb.). — Eur.
var. trachona (Flot.). — Eur., Amer. bor.
var. montana Nyl. (*L. sabuletor.* auctt. pr. p.). — Eur.
* L. cyrtelloides Nyl. — Ins. Sandwic.
52. L. cuprea Smrf. — Eur. (alp.).
53. L. viridescens Ach. et v. gelatinosa (Flk.). — Eur.
54. L. flexuosa (Fr.). — Eur.
55. L. decolorans Flk. — Eur., Amer. bor.
56. L. glebulosa Fr. (non *E. Bot.*). — Eur.
57. L. atrorufa Ach. — Eur. (præs. bor. et alp.).
58. L. uliginosa Ach. et var. cænosa (Ach.).— Eur.
59. L. quernea Ach. — Eur., Amer. bor.
60. L. adpressa Hepp. — Helvetia.
61. L. metamorphea Nyl. — Gall. occid.
62. L. hyalinescens Nyl.— Pyren. (Bagn. de Big.).
63. L. protuberans Ach. — Eur.
64. L. albicans Nyl. — Ind. orient.

65. L. phæops Nyl. — Scand. (Holmiæ).
66. L. coarctata (Ach.). — Eur., Afr., Am., Austral.
* L. Bruyeriana (Schær.). — Voges.
* L. lævigata Nyl. — Gall. occid. (Cherbourg).
67. L. gibbosa (Ach., *L. dispersa* Nyl.). — Eur.

*** Th. granulos., pulver. s. evanesc. Sporæ aciculares.

68. L. rosella Ach. — Eur.
69. L. luteola Ach. — Fere cosmopolita.
var. inundata (Fr.) et fuscella Fr. — Eur.
var. arceutina Ach. — Eur., Amer.
var. endoleuca Nyl. — Eur.
var. incompta (Borr. c. f. muscorum *Fl.D.*). — Eur., ins. Sandwic.
* L. cupreorosella Nyl. (*B. cuprea* Mass.). — Bavaria.
* L. flavicans Nyl. — Gall.
* L. holomelæna (Flk.). — Eur.
* L. cæsitia Nyl. (*B. cæsia* Næg.). — Eur.
* L. patellarioides Nyl. — Alger.
* L. Leprieurii Mnt. — Guyan. gall.
* L. millegrana (Tayl. s. *Lecan.*). — Amer. æquin.
* L. subluteola Nyl. — Brasilia.
70. L. psorina Nyl. — Ind. orient.
71. L. dryina Ach. et v. lilacina Ach. — Eur.

**** Thallus parcus vel evanesc. Sporæ globul., thecæ sæpius polysp.

72. L. fossarum Duf., Nyl. — Eur., Afr.
73. L. resinæ Fr. et v. tantilla Nyl. — Eur.
74. L. fuscescens Smrf. — Eur.
var. microspora Nyl. — Ad Monachium.
75. L. globulispora Nyl. — Fret. Magell.
76. L. conspersa Fée. — Amer. merid.
77. L. flavoalba Nyl. — Peruv.

***** Thallus granul., æquab. s. evanesc. Excip. crass., thecæ sæpius 1-2-sporæ.
† Sporæ 1-septatæ.

78. L. versicolor Fée. — Amer. merid.
f. vigilans (Tayl.). — Peruvia.
79. L. megacarpa Nyl. — Ins. Borbon.
80. L. grandis Nyl (*Het. taït.* M. et v. d. B.). — Java.
81. L. marginiflexa (Tayl., Bab.). — Austral., N. Zel.
var. nilgherrensis Nyl. — Ind. or.
82. L. glaucescens Nyl. — Peruv.
83. L. taïtensis (Mnt.). — Polyn.

84. L. endochroma Fée.—

†† Sporæ pluriseptatæ.

85. L. pachycarpa Duf. — Eur.
86. L. tuberculosa Fée. — Amer. æquin., Madag.
87. L. melanocarpa Nyl. — Madag.
88. L. quadrilocularis Nyl. — Boliv.
89. L. coccodes (Bel.). — Ind. orient.
90. L. domingensis (Ach.). — Ind. occid.
91. L. flavocrocea Nyl. — Cap. B. Spei.

††† Sporæ murali-divisæ.

92. L. pezizoidea Ach. —Eur., Amer. bor.
93. L. cupulifera Nyl. — Sumatra.
94. L. cuticula Fée. — Amer. mer.
95. L. lecanorella Nyl. — Guyan. gall. (Lepr. 1278).
96. L. heterospora Nyl. — Guyan. gall.
97. L. admixta Nyl. — Amer. mer.
98. L. argentea (Mnt.). — Taïti.
99. L. reveniens Nyl. (*Sporop. Lepr.* Mnt.). — Guyan. gall.
100. L. phyllocharis (Mnt.). — Taïti, Brasil.
101. L. tristis Mnt. — Taïti.
102. L. leucoxantha Spr. (*B. tricol.* Mnt.).-Am., Afr. m., Polyn.
var. bispora Nyl. — Guyan., ins. Maurit.
var. ochrocarpa Nyl. — Ins. Maurit.

Sectio B. — Apothecia typice atra. — Lecidea sensu Fr.

a. — Thallus radios. vel laciniato-radiosus.

103. L. epigæa Schær. —Eur. mer., Afr. bor.
104. L. canescens Ach. — Eur., Afr., Ind. or.
105. L. opaca Duf. et f. adglutinata (Duf.).—Eur.
106. L. australissima Nyl. — Reg. antarct. (ins. Cockb.).
107. L. morio Schær. et var. coracina Schær. — Eur. (alp.).

b. — Thallus cartil.-squamulos. s. turgide areolatus.

108. L. decipiens Ach. — Eur., Afr., Amer. bor., Austral.
109. L. endochlora Tayl. — Amer. mer.
110. L. mammillaris Duf. — Eur. mer.

c. — Thallus varius. Spermatia arcuata.

111. L. cæsio-candida Nyl. —Eur. (Pyr., Ital.).
112. L. candida Ach.— Eur., Afr., Amer.
113. L. vesicularis Ach. — Eur., Afr., As., Am.
* L. pennina Schær. — Helvet.
* L. accedens Nyl. — Chili.
114. L. tabacina Schær. — Eur., Afr.
115. L. albilabra Duf. — Eur. merid.

116. L. cæsiopallida Nyl. — Cap. B. Sp.
117. L. nigropallida Nyl. — Cap. B. Sp. (Drège 9286).
118. L. squalida Ach. — Eur.
119. L. cinereovirens Ach. — Eur., Afr.
120. L. conglomerata Ach. — Eur. (alp.).
121. L. aromatica Ach. — Eur.
122. L. acervulata Nyl. — Suecia (Salæ).
123. L. verrucarioides Nyl. — Pyren. (Bagn. de Big.).
124. L. accline Flot. — Eur. (Germ., Helv. et Ital.).
125. L. parasema Ach., Nyl. — Fere cosmopolita.
var. coniops Ach. — Eur., Amer.
var. crustulata (Flk.) Desmaz. — Eur., Afr.
var. enteroleuca (Ach.). — Eur., Afr., As., Am. bor.
var. elæochroma (Ach.). — Eur., Afr.
var. exigua (Chaub.). — Eur., Amer.
var. lutosa (Schær.). — Eur., Afr. bor.
126. L. æruginosa Nyl. — Chili.
127. L. episema Nyl. — Eur.
128. L. vitellinaria Nyl. — Eur. (Suec., Angl.).
129. L. collematoides Nyl. — Eur. (Paris.).
130. L. confusa Nyl. (et f. fuliginosa Tayl.). — Eur.
var. pyrenaica (Schær. s. *L. cinereor.*). — Eur.
131. L. jurana Schær. — Eur.
132. L. microspora Nyl. — Pyren.
133. L. miscella Ach. — Eur. (etiam Gall.).
134. L. Dovrensis Nyl. — Eur. (Norveg.).
135. L. arctica Smrf. — Eur. (alp.).
136. L. sordidula Nyl. — Ind. or.

d. — Thallus areol., granul. s. pulver. s. evanesc. Sperm. recta.
* Thallus cinerasc., fulvesc., flavic., rufesc. aut albus.

137. L. caudata Nyl. — Eur. (præs. bor.).
138. L. lugubris Smrf. — Eur. (præs. bor.).
139. L. tenebrosa Flot. — Eur.
140. L. intumescens (Flot.) Nyl. — Eur.
141. L. coracina Moug. (confl. c. sequ.). — Voges.
142. L. atroalba Flot. — Eur.
* L. atroalbella Nyl. — Eur., Afr., Am., Polyn., Austral.
* L. ocellata Flk., Zw. *Exs.* 135. — Germ., Gall. (Paris.).
f. ferruginosa Nyl. — Himalaya.
143. L. badioatra Flk., Schær. — Eur.
144. L. fuscula Nyl. — Chili.

145. L. petræa Flot. — Eur., Afr., Amer., As., Austral.
var. concentrica (Dav.). — Eur.
* L. umbilicata Ram. — Eur.
146. L. geminata Flot. — Eur., Afr. (alp. Abyss.).
* L. Montagnei Flot. — Eur.
147. L. petræoides Nyl. — Tasmania.
148. L. panæola Ach. — Eur. (præs. bor.).
149. L. contigua Fr. — Eur., Afr., Amer.
var. confluens (Schær.). — Eur.
var. platycarpa (Fr.) et f. ochrochlora (Ach.).— Eur.
varr. flavicunda et flavocoerulescens (Ach.). — Eur.
var. albocoerulescens (Ach., Schær.). — Eur.
var. calcarea Fr. — Eur.
* L. subdispersa Nyl. — Algeria.
150. L. turgida Schær. — Eur.
151. L. lapicida Fr. — Eur., N. Zel. (Colens. 4803).
var. silacea (Ach.) Fr. — Eur., Afr.
152. L. tessellata Flk. et var. daphæna (Smrf.). — Eur., Am.
* L. polycarpa Fr. — Eur., Amer.
153. L. albocoerulescens Fr. — Eur., Amer.
var. goniophila (Schær.).— Eur.
var. atrosanguinea (Hffm.) Nyl. — Eur.
* L. cyclisca Mass. — Bavaria, Italia.
154. L. calcivora (Ehrh.) Nyl. et v. chondrodes (Mass.).— Eur.
155. L. sublugens Nyl. (*Stenh. lugubr.* Mass.). — Bavar.
156. L. advena Nyl. — Himalaya.
157. L. ambigua Ach. — Eur., Amer.
var. melanophæa Fr. — Eur.
158. L. fuscoatra Ach. — Eur., Afr., Amer. bor., As.
varr. deusta Stenh. et grisella (Flk.).— Eur.
159. L. atrobrunnea Schær. — Eur., As. min. (alp.).
160. L. armeniaca Schær. — Eur., As. (Himal.).
161. L. aglæa Smrf. — Eur. (alp.).
* L. areolata Shær. — Helvet. (alp.).
162. L. elata Schær. — Eur.
163. L. ænea Duf., Nyl. — Pyren. (alp.).
164. L. leptocarpa Nyl. — Tasmania.
165. L. rivulosa Ach. et v. Kochiana Schær. — Eur.
166. L. lenticularis (Ach.) (1) — Eur., Afr. bor.

(1). Hujus sunt synonyma *L. Gagei* Hook., *L. prominula* et *chalybeia* Borr., *Biatorina Heppii* Mass. etc.

167. L. exilis (Flk.) Nyl. — Eur. (German.).
168. L. trachylina Nyl. — Gall. (Falaise).
169. L. fuscorufa Nyl. — Peruvia.
170. L. myrmecina Fr. — Eur.
171. L. ostreata Schær. — Eur.
172. L. caradocensis Leight. — Angl.
173. L. Stuartii Hmp. — Tasm., N. Holland.
174. L. xanthococca Smrf. — Scandin.
175. L. euphorea (Flk., Fr. *L. S.* 154). — Eur.
var. ecrustacea Nyl. — Eur. (Gall.).
176. L. premnea Ach., Nyl. — Eur., Java.
177. L. abietina Ach. et v. incrustans (Fr.). — Eur.
178. L. amylacea (Ehrh.). — Eur.
179. L. depauperata Nyl. — Eur. (Taur.).
180. L. alboatra Schær. — Eur., Afr., Amer. bor.
f. epipolia (Ach.). — Eur., Afr., Ind. or.
var. populorum (Mass.). — Eur.
181. L. triphragmia Nyl. — Eur., Amer., Madag.
182. L. disciformis Fr. — Cosmopolita.
var. stigmatea (Ach.) Nyl. — Eur., N. Holl.
var. ecrustacea Nyl. — Eur., Afr.
var. halonia (Ach.). — Cap. B. Spei.
var. æruginascens Nyl. — Chili.
var. cæsiopruinosa Nyl. — Chili.
var. albula Nyl. — N. Zel. (Colens. 5021).
183. L. sagedioides Nyl. — Eur.
184. L. flavoareolata Nyl. — Chili.
185. L. micraspis Smrf. (*Cal. saxat.* Schær.). — Eur.
186. L. myriocarpa (DC.) Nyl. — Eur.
187. L. nigritula Nyl. — Eur.
188. L. cerebrina Schær. (fere Opegr.). — Eur. (alp.).
189. L. subcervina Nyl. — Amer. max. mer. (Cap. Horn).
190. L. badia Flot., Nyl. — Eur.
191. L. Hookeri Schær. — Eur.
192. L. grossa Pers. — Eur., Amer., Austral.
193. L. incana Del., Nyl. — Eur. (Gall. occ., Scotia).

** Thallus citrinus.

† Sporæ fuscæ 1-6-septatæ.

194. L. galbula (Ram., *L. Wahlenb.* Ach.). — Eur., Am. bor.
195. L. scabrosa Ach. — Eur., Amer. bor.
196. L. alpicola (Ach.) Nyl. — Eur., As. (alp.).

197. L. geographica et v. atrovirens Schær. — Fere cosmopol.
var. viridiatra (Flot.). — Eur.

†† Sporæ incolores, aciculares.

198. L. citrinella Ach. et v. alpina (Schær.). — Eur.

e. — Species parasit., apoth. ad thallos alien. obviis.

* Species sporis septatis s. multilocularibus.

199. L. parasitica Flk. — Eur.
200. L. aliena Nyl. — California.
201. L. glaucomaria Nyl. — Eur.
202. L. uniseptata Nyl. — Helvetia.

** Sporis simplicibus (Epithallia).

203. L. oxyspora (Tul. s. *Abroth.*). — Eur., As. min.
204. L. oxysporella Nyl. — Eur. (Rhæt.).
205. L. inquinans (Tul. s. *Abroth.*). — Gall. (Paris.).

f. — Thecæ monosporæ.

206. L. sanguinaria Ach. — Eur., Amer. bor.
var. affinis (Schær.). — Eur.
207. L. glabrescens Nyl. — Amer. mer. (Columbia).
208. L. dissimulans Nyl. — Chili.

g. — Apotheciis urceol., sporæ vermic. Conotrema Tuck.

209. L. urceolata Ach. — Amer. (bor. et Brasil.).

h. — Species loci incerti. (1)

210. L. livida (Mnt. s. *Biat.*). — Chili.
211. L.? difformis Nyl. — Chili.

IV. Gyrothecium Nyl.

1. G. polysporum Nyl. — German.

V. Odontotrema Nyl. An gen. Fungor.?

1. O. phacidioides Nyl. (*Phac. umbil.* hb. Lév.). — Cors.

Subtrib. — Gomphillei.

VI. Gomphillus Nyl.

1. G. calicioides (Del.) Nyl. — Eur.
varr. polycephala Nyl. et microcephala (Tayl.). — Eur.

(1) *Lecanoræ cervinæ* status lecideinos habemus sequentes facile pro speciebus autonomis sumtos, quare hic memorentur. Sunt *L. eucarpa* Nyl. — Eur.; *L. pruinosa* (Sm. et f. *Coll. athallum* Duf.). — Eur; *L. simplex* (Dav., Sarcogyne Flot.). — Eur.

Vix lichenibus adscribere fas sit genus *Schizoxylon* Pers., quod ante *Odontotrema* disponendum videatur tribusque est constitutum speciebus europæis : *Sch. sæpincola* Pers., *Sch. corticolo* (Coniang. Fr. *S. V. Sc.* p. 121, *L. S.* 273) Nyl. *Classif.* 2, p. 197, et *Sch. dryino* (Flk. *D. L.* 141) Nyl. ibid.

Trib. XVII.— *XYLOGRAPHIDEI.*

I. **Lithographa** Nyl.

1. L. petræa (DR.) Nyl. — Alger.
2. L. tesserata (DC., Leight. s. *Opegr.*).— Eur. (Brit., Gall.).

II. **Xylographa** Fr., Nyl.

1. X. parallela et v. pallens Nyl. — Eur.
2. X. opegraphella (*Op. stict.* Tuck. *Exs.* 97). — Am. bor.
3. X. flexella et var. virescens Nyl. — Gall.

III. **Agyrium** Fr. pr. p., Nyl.

1. A. rufum Fr. — Eur.

Trib. XVIII. — *GRAPHIDEI.*

Subtrib. I. — Haplographidei. Apoth. simpl.

I. **Graphis** Ach., Nyl.

Sectio A.— Graphides proprie sic dictæ.

a. — Sporæ iodo coerulee tinctæ.

* Stirps Graphidis scriptæ.

1. Gr. pavonia Fée. — Amer. mer. trop.
2. Gr. virginea Mnt. — Amer. merid.
3. Gr. Ruiziana (Fée). — Amer. merid.
4. Gr. nana (*Opegr.* Fée). — Amer. merid.
5. Gr. comma Ach. — Omnes terræ trop.
6. Gr. angustata Eschw. — Omnes terræ trop.
7. Gr. scripta Ach. — Fere cosmopolita.
   varr. serpentina et recta (Ach.). — Eur., Amer.
* Gr. marcescens (Fée).— Amer. æquin.
* Gr. Laubertiana (Fée).— Amer. mer.
8. Gr. fulgurata Fée. — Peruvia.
9. Gr. glaucescens Fée. — Amer. mer.
10. Gr. Cascarillæ Fée. — Amer. æquin.
11. Gr. assimilis Nyl. — Chili, ins. Sandw., Madag.
   var. recta Nyl. — Himal. (coll. Hook. 2240),
   var. marginata (M. et v. d. B.). — Java.
12. Gr. anguina (Mnt. s. *Ust.*). — Eur. occ., Amer. æquin.
   var. streblocarpa (Bél.). — Ins. Borb., Java.
13. Gr. analoga Nyl. — Polyn. (Taïti).
14. Gr. serpentinoides Nyl. — Ceylon.
15. Gr. rigida (Fée). — Amer. æquin.
16. Gr. vermiformis Eschw. — Amer. æquin.
17. Gr. conglomerata Fée. — Amer. æquin.
* Gr. anguilliformis (Tayl.). — Afr. occid.

18. Gr. tumidula (Fée). — Amer. mer. trop.

** Stirps Graphidis striatulæ.

19. Gr. elegans Ach. — Eur., Amer., As.
20. Gr. striatula Ach. (*Op. rimul.* Mnt.). — Omn. terræ trop.

*** Stirps Graphidis dendriticæ.

21. Gr. punctiformis (Eschw.). — Amer. æquin.
22. Gr. diversa Nyl. — Amer. æquin., Madag., Ceyl., Java.
23. Gr. inusta Ach.(*Gr. Smithii* Lght.). —Eur. occ., Am., As.
24. Gr. dendritica Ach. et v. medusula (Pers.).- Eur. occ., Am.
25. Gr. Lyellii Ach. — Eur. occid.
26. Gr. scalpturata Ach. — Amer. æquin.
varr. ceracea et insidiosa Nyl. — Ibid.
27. Gr. confluens (Fée). — Amer. mer.
28. Gr. mendax Nyl. — Polyn. (Papeïti).

**** Stirps Graphidis frumentariæ.

29. Gr. contexta (Pers.). — Polyn., Java.
30. Gr. venosa (Pers.). — Polyn. (vix diff. a præc.).
31. Gr. grammitis (Fée). — Amer. mer.
32. Gr. colliculosa (Mnt. s. *Scleroph.*). — Guyana.
33. Gr. Balbisii Fée. — Amer. mer.
34. Gr. chrysentera Mnt. — Amer. mer.
35. Gr. bilabiata Nyl. — Archip. Ind. (Ins. Labuan.).
36. Gr. frumentaria Fée. — Amer. æquin., Ceylon.
* Gr. chrysocarpa (Raddi) Eschw. — Amer. mer.

b. — Gelatina hym. et sporæ iodo coerulescentes.

Species stirpis Graphidis frumentariæ.

37. Gr. cometia Fée. — Amer. æquin.
38. Gr. homographa Nyl. — Amer. æquin.
39. Gr. obtecta Nyl — Ind. or. (coll. Hook. 2264).

c. — Nec gel. hym., nec sporæ iodo coerulescentes.

* Species stirpis Graphidis frumentariæ.

40. Gr. reniformis Fée. — Eur. æquin.
var. fissurinoidea Nyl. — Peruvia.
41. Gr. Poitæi Fée. — Ins. S. Doming.
42. Gr. pseudophlyctis Nyl. — Guyan. gall.
43. Gr. concolor Nyl. (*Ust. Jungh.* M. et v. d. B.). — Java.
44. Gr. ochracea Hepp. — Java.
45. Gr. hololeuca Mnt. — Amer. mer., Java.
46. Gr. Afzelii Ach. — Omn. terræ tropicæ.
47. Gr. illinita Eschw. — Amer. mer.
48. Gr. grisea Nyl. — Ceylon (coll. Hook. 2234).

** Species stirpis Graphidis scriptæ.

49. Gr. heterocarpa Fée. — Amer. mer., Polyn.
50. Gr. subfarinacea Nyl. — Cap. B. Sp. (coll. Drège 9348).
51. Gr. petræa (Mnt. s. *Op.*). — Chili.

*** Species stirpis Graphidis dendriticæ.

52. Gr. tortuosa Ach. (*pachn.* Fée). — Amer. æquin.
53. Gr. ramosa Nyl. (*tortuosa* Fée). — Amer. æquin.
54. Gr. leucocheila (Fée s. *Arth.*). — Amer. mer.

Sectio B. — Fissurinæ.

55. Gr. nitida (Eschw.). — Amer. mer.
56. Gr. leucocarpa Nyl. — Guyan. gall.
57. Gr. radiata Nyl. — Guyan., Java.
58. Gr. Dumastii (Fée). — Amer. mer.
* Gr. obtusior Nyl. — Taïti (Lépine s. 17).
59. Gr. incrustans (Fée). — Amer. mer.
60. Gr. lactea (Fée). — Amer. æquin.
61. Gr. egena Nyl. — Peruvia.
62. Gr. (?) irregularis (Fée). — Peruvia.

Sectio C. — Medusulæ.

63. Gr. endocarpa Fée. — Amer. æquin.
64. Gr. tricosa (Ach.). — Amer. mer.
varr. olivacea (Mnt.) et punctum (Fée). — Ibid.
65. Gr. Leprieurii (Mnt. s. *Opegr.*). — Guyan. gall.
66. Gr. gracilis (Eschw.). — Amer. mer.
67. Gr. cinnabarina Fée. — Amer. mer.
68. Gr. hæmatites Fée. — Amer. mer.
69. Gr. deplanata Nyl. — Polyn. (Noukah.).

II. **Thelographis** Nyl.

1. Th. polymorpha (Fée s. *Gr.*). — Ind. occid.

III. **Helminthocarpon** Fée.

1. H. Le Prevostii Fée. — Amer. æquin., Java.

IV. **Opegrapha** Ach., Nyl.

1. O. lyncea Borr. — Eur. occid.
2. O. stictica (DR. et Mnt.). — Gall. mer., Alger., Peruv.
3. O. grumulosa Duf. — Gall., Alger.
varr. dirinaria et platycarpa Nyl. — Alger.
var. arthonioidea Nyl. — Alger.
4. O. lutulenta Nyl. — Gall. mer.
5. O. endoleuca Nyl. — Gall. mer.
6. O. monspeliensis Nyl. — Gall. mer.
7. O. anomea Nyl. — Gall. (Arvernia).

8. O. opaca Nyl. — Gall. mer.
9. O. Prostii (Dub.). — Gall. Anne fung.?
10. O. varia Pers. — Eur., Afr., Amer. bor.
* O. rimalis Ach. — Eur.
* O. rupestris Pers. — Eur.
* O. saxatilis DC. — Eur.
11. O. atra Pers. — Eur., Afr., Amer., As.
var. hapalea (Ach.). — Eur.
12. O. subcentrifuga Nyl. — Ins. Sandwic.
13. O. vulgata Ach. — Eur., Amer. bor.
var. siderella (Ach.). — Eur.
14. O. rubella Moug. — Eur. (Voges.).
15. O. enteroleuca Ach. — Amer. mer.
16. O. prosodea Ach. — Amer. æquin.
17. O. agelæa Fée. — Amer. mer., Cap. B. Spei.
18. O. involuta (Krb.). — German.
19. O. herpetica Ach. — Eur., Amer. bor.
varr. fuscata Schær. et albicans Nyl. — Eur.
varr. subocellata et divisa (Leight.). — Eur.
20. O. Duriæi Mnt. — Alger.
21. O. alboatra Nyl. — Afr. occ. (C. virid.).
22. O. lentiginosa Lyell. — Eur. occ.

v. **Platygrapha** Nyl.

1. Pl. undulata (Fée). — Amer. mer.
2. Pl. dilatata Nyl. (*Parm. undul.* M.). — Guyan.
3. Pl. epileuca Nyl. — Peruvia.
4. Pl. albocincta Nyl. — Alger.
5. Pl. dirinella Nyl. — Hispania.
6. Pl. phlyctella Nyl. — Bolivia.
7. Pl. ocellata Nyl. — Amer. mer., Madag.
* Pl. striguloides Nyl. — Amer. mer., Madag.
8. Pl. rotula (Mnt. s. *Strig.*). — Amer. æquin.
9. Pl. prominula Nyl. — Guyan. (Lepr. 212).
10. Pl. lecanoroides (Fée). — Amer. mer.
11. Pl. polyphragmia Nyl. — Himal. (Hook. 2052).
12. Pl. periclea Nyl. — Eur., Amer. bor.
13. Pl. dirinea Nyl. — Amer. mer., C. B. Sp., Java.
14. Pl. rimata (Flot.) Nyl. — Eur., ins. Canar.
15. Pl. interrupta (Fée). — Amer. mer.
16. Pl. evanescens (Fée). — Amer. æquin.

VI. Stigmatidium Mey., Nyl.

1. St. compunctum (Ach.). — Amer. mer.
* St. granulatum (Mnt.). — Guyan. gall.
2. St. crassum Dub. — Eur. occ., Alger.
* St. quassiicolum (Fée). — Ind. occ. (Martin.).
3. St. diffusum Nyl. (*Tr. verr.* Fée). — Ind. occid. (S. Dom.).
4. St. Hutchinsiæ (Leight. s. *Plat.*). — Eur. (Brit., Germ.).
5. St. venosum (Sm.). — Anglia.
6. St. stellulatum (Fée s. *Gr.*). — Ind. occ. (Jam.).
7. St. phæosporellum Nyl. — Peruvia.
8. St. leucinum Nyl. — Gall. occ. (Cherbourg).
9. St. albineum Nyl. — Chili.

VII. Arthonia Ach., Nyl.

Sectio A. — Apoth. varie colorata, non nigra.

a. — Thallus tenuis aut evanescens.

1. A. cinnabarina Wallr. — Eur., Afr., Amer.
   varr. rubra et pruinata Del. — Eur.
   var. adspersa (Mnt.). — Amer. mer.,
   var. violacea (Pers.). — Polyn. (ins. Mar.).
* A. cascarillæ (*Con.* Fée). — Amer. æquin.
2. A. ochracea Duf. — Eur. (Gall., Helv.).
3. A. caribæa (Ach.). — Am. et Afr. trop., Ind. occ., Ceyl.
4. A. rubella (Fée. s. *Gr.*). — Amer. mer.
5. A. varia (Ach., *C. Antill.* Fée?) — Amer. et Afr. æquin.
   var. subrubella Nyl. — Amer. mer.
   var. atrata (Fée s. *Gr.*). — Amer. æquin.
6. A. fusco-pallens Nyl. (Lepr. 496). — Amer. mer.
7. A. conferta (Fée s. *Conioc.*). — Ind.
8. A. lurida Ach. — Eur., N. Zelandia.
   var. helvola Nyl. — Gall. (Voges.).
* A. spadicea Leight. — Eur. occ. (Gall., Angl.).
9. A. aphanocarpa Nyl. — Guyan. gall.
10. A. pruinosa Ach. — Eur., Amer. bor.
   var. subfusca Nyl. — Eur.
* A. medusula Nyl. — Eur.
* A. limitata Nyl. — Ceylon.
11. A. velata (Flot.) Nyl. — Eur.
12. A. cinereo-pruinosa Schær. — Eur. (Helv.).
   var. lobata Nyl. — Ibid.

b. — Thallus floccosus, leprarioideo-byssinus.

13. A. noli-tangere (Mnt.). — Amer. mer.

Sectio B. — Apoth. nigra (quibusd. aliquando pruinosa).

a. — Sporæ pluriloculares, 7-11-septatæ s. murali-divisæ.

14. A. albata Nyl. — Peruvia.
15. A. leprariella Nyl. — Ind. or. (Hook. 2268).
16. A. phlyctiformis Nyl. — Gall. mer.
17. A. tædiosa Nyl. — Chili.
18. A. dispersa Duf. — Eur.
19. A. spectabilis Flot. — Eur. med., Amer. bor. (Ohio).
* A. difformis Nyl. — Gall. or. (ad Rhen.).
20. A. violascens Flot. — Cap. B. Spei.
21. A. angulata Fée. — Amer. æquin.
22. A. stictica (Fée s. *Lecid.*). — Ind. occid.
23. A. macrotheca Fée. — Amer. æquin.
24. A. spilomatoides Nyl. — Chili.
25. A. moniliformis Nyl. (*Con. car.* Fée).— Amer. æquin.

b. — Sporæ ovoideæ 3-5-septatæ.

26. A. dilatata Fée. — Amer. æquin.
27. A. complanata Fée. — Amer. mer.
28. A. melanophthalma Duf. — Eur. mer., Afr.
29. A. propinqua Nyl. — Ceyl. (coll. Hook. 2232).
30. A. astroidea Ach. — Eur., Amer. bor.
var. Swartziana (Ach.). — Eur., ins. Sandwic.
var. melanosticta (Del.). — Arabia.
var. epispasta (Ach.). — Eur.
31. A. gyrosa Ach. — Eur. (Helv.).
32. A. ramosula Nyl. — Alger., Chili.
33. A. fusconigra Nyl. — Polyn. (Taïti).
34. A. glaucella Nyl. — Eur.
35. A. hapaliza Nyl. — Chili.
36. A. torulosa Fée. — Amer. æquin.
37. A. variiformis Nyl. — Algeria.
38. A. albopulverea Nyl. — Algeria.
39. A. stictoides Desmaz. — Gall.
40. A. trachylioides Nyl. (*Lec. trach.* Ach.). — Eur.
41. A. punctiformis Ach. — Eur.
42. A. glaucomaria Nyl. — Eur.
43. A. parasemoides Nyl. — Eur., Alger.
44. A. abrothallina Nyl. — Ins. Maclovianæ.

c. — Sporæ ovoideæ 1-septatæ.

45. A. microsperma Nyl. — Amer. mer.
46. A. minutula Nyl.— Eur., (et N. Zel.?).

47. A. cæsiella Nyl. — Gall. mer.
48. A. galactites Duf. — Eur.
49. A. melaleucella Nyl. (*L. lilac.* Fr. *L. S.* 272). — Suecia.
50. A. myriadea (Fée s. *Connioc.*). — Amer. æquin.
51. A. marginella Duf. — Hispania.
52. A. pandanicola Nyl. — Polyn. (Noukah.).
53. A. patellulata Nyl. — Eur. (Ital. — Lapp., etiam Gall.).
54. A. convexella Nyl. — Gall. (Arvernia).
55. A. ruderalis Nyl. (*Cat. fusca* Mass.). — Eur.
56. A. calcicola Nyl. — Gall. merid.

VIII. Melaspilea Nyl.

1. M. Esenbeckiana (Fée s. *Melanoth.*). — Am. æqu. (Ind. occ.).
2. M. bifurca Nyl. — Amer. æquin.
3. M. angulosa Nyl. (in hb. Lenorm.). — Brasilia.
4. M. deformis (Schær. s. *Op. var.*). — Eur.
5. M. arthonioides (Fée s. *Lecid.*) — Eur., Afr., Amer.
6. M. ? dimorpha (Duf.). — Gall. mer. (ins. Stoech.).

IX. Lecanactis Eschw. pr. p., Nyl.

1. L. Montagnei (v. d. B. s. *Graph.*). — Java.
2. L. divergens (Fée s. *Arth.*). — Amer. mer.
3. L. flexuosa Nyl. — Philipp. (Manilla).
4. L. varians Nyl. — Polyn. (Noukah.).
5. L. serograpta (Spr.) Mnt. — Amer. mer.
6. L. patellula (Fée. s. *Arth.*, *L. lob.* Eschw.). — Am. mer.
* L. pezizoidea (Ach. s. *Graph.*). — Afr. occ. (Guin.).

X. Schizographa Nyl.

1. Sch. attenuata (Dur. et Lév. s. *Xylogr.*). — Alger.

XI. Pseudographis Nyl. Potius fungus.

1. Ps. elatina (Pers.). — Eur.

Subtrib. II. — Syngraphidei. Apoth. composita.

XII. Glyphis Ach.

1. Gl. heteroclita Mnt. — Amer. mer., Java, Philippinæ.
2. Gl. labyrinthica Ach. — Omn. terræ tropicæ.
3. Gl. cicatricosa Ach. — Omn. terræ tropicæ.
4. Gl. favulosa Ach. — Lusit. et plur. terræ tropicæ.

XIII. Chiodecton Ach.

1. Ch. cerebriforme Mnt. — Chili.
2. Ch. stalactinum Nyl. — Chili.
3. Ch. hypoleucum Nyl. — Chili.
4. Ch. petræum Del., Nyl. — Gall. occ. (Cherbourg).

5. Ch. myrticola Fée. — Ins. Stoech., Corsica.
* Ch. albidum (Tayl.) Leight. — Hibernia.
6. Ch. sphærale Ach. — Plurimæ terræ trop.
7. Ch. nigrocinctum Mnt. — Guyan. gall., ins. Borb.
8. Ch. farinaceum Fée. — Amer. mer. trop.
9. Ch. Meratii Fée. — Amer. æquin.
10. Ch. seriale Ach. — Amer. æquin.
11. Ch. effusum Fée. — Amer. mer. trop.
12. Ch. arthonioides Nyl. (*A. glyphis*. Fée). — Ibid.
13. Ch. lacteum Fée. — Amer. æquin.
14. Ch. depressulum Nyl. — Polyn. (Noukahiva).
? An sit hujus loci *Hypochnus rubrocinctus* Ehrnb.— Am. trop.

XIV. Mycoporum Flot., Nyl.

1. M. elabens Flot. — Eur. (Germ., Helv.).
2. M. pycnocarpum Nyl. — Mexico.
var. ohiense Nyl. — Ohio.
3. M. miserrimum Nyl. — Gall.

Series VI. — PYRENODEI.

Trib. XIX. — *PYRENOCARPEI*.

I. Thelocarpon Nyl. (*Prod.* p. 173).

1. Th. Laureri Flot. — German.
2. Th. albidum Nyl. — Algeria.
3. Th. coccophorum (Mnt. s. *Parm.*). — Chili.

II. Normandina Nyl.

1. N. jungermanniæ (Del.).— Eur. (præs. occ.), Am. (Mexico).
2. N. viridis (Ach. s. *End.*). — Eur., Amer. bor.

III. Endocarpon Hedw., Nyl.

a. — Stirps Endocarpi miniati.

1. E. miniatum Ach. — Eur., Afr., Amer. bor.
varr. leptophyllum et complicatum (Ach.) — Eur.
* E. Mühlenbergii Ach. — Amer. bor.
2. E. fluviatile DC. — Eur., Amer. bor.
3. E. Moulinsii Mnt. — Pyren., Himalaya.
4. E. Guepini Moug. — Eur. mer., Australia.
5. E. corniculatum Nyl. — Abyssinia.
6. E. vagans Nyl. — Amer. mer. (Chimborazo).
7. E. ? fragile Tayl. — Tasmania.

b. — Stirps Endocarpi hepatici.

8. E. Tuckermani Rav. — Amer. (Carol. mer.).
9. E. rufescens Ach. — Eur., Afr. bor.
10. E. hepaticum Ach. — Eur., Afr., Amer. bor.

11. E. imbricatum Nyl. — Gall. mer.
12. E. exiguum Nyl. — Gallia.
13. E. tenellum Nyl. — Algeria.
14. E. compactum (Mass.).— Eur. (Bavaria).
15. E. peltatum Tayl. — Cap. B. Spei.
16. E. reticulatum Duf. —Hispania.

IV. **Verrucaria** Pers., Nyl.

I. Species potissime saxicolæ vel terrestres.

Sectio A. — Paraph. nullæ, gel. hym. iodo normaliter rubens.

a. — Thallus squamulosus s. squamuloso-crustaceus.

* Sporæ incolores simplices, 8næ in thecis.

1. V. tephroides (Ach., *End. ciner.* Pers.) (1)—Eur., Am. bor.
   var. cartilaginea Nyl. — Eur.
2. V. cinerascens Nyl. — Gall. merid.
   var. crenulata Nyl. — Gall. mer., Bavar. (Arn. 140).
3. V. subcrustosa Nyl. — Algeria, ins. Canar.
4. V. Schæreri (Fr. s. *Parm.*). — Eur.
5. V. psoromia Nyl. (*End. psorom.* Schær.). — Helvetia.

** Sp. fuscæ murali-divisæ, 2næ in thecis.

6. V. pallida (Ach. s. *Endoc.*). — Eur.
7. V. Garovaglii Mnt. — Eur.
   var. incrustans Nyl. (huc *E. sored.* Borr.)— Eur. occ.

b. — Thallus areolatus aut pulvereus vel evanescens.

* Sp. fuscæ murali-divisæ, 2næ in thecis.

8. V. umbrina Whlnb. — Eur., Amer. bor., Himalaya.
   var. clopima Whlnb. — Eur.
   var. calcarea Nyl. (*Pol. nigella* Kphb.). — Eur.
   var. monospora Nyl. — Chili.
9. V. gelatinosa Ach. — Eur. (Helv.).

** Stirps V. r u p e s t r i s . Sp. 8næ, simplices, raro 1-5-sept. s. murales.

10. V. fuscula Nyl. — Eur. (præs. mer.), Alger.
11. V. catalepta Ach. — Eur. (Helvetia).
12. V. amphibola Nyl. — Gall. mer., Algeria.

* V. lecideoides (Mass. s. *Thromb.*). — Bavar.

(1) Nomen *tephroides* hic præferendum, ne confundatur *Verrucaria cinerea* Pers. cum *Endocarpo cinereo* ejusdem. — Genus *Verrucaria* sistit species invicem maxime confluentes ægerrimeque sæpe limitandas. Nullibi auctores nomina nova facilius proponere suadentur (præsertim parum experti); persuasi tamen sumus species veras multo etiam quidem esse pauciores quam hic admisimus.

13. V. glebulosa Nyl. — Gallia.
14. V. nigrescens Pers. — Eur., Afr., Amer. bor.
* V. fuscella Ach. — Eur., Afr.
* V. viridula Ach. — Eur., Afr., Amer. bor.
* V. macrostoma Duf. — Eur.
15. V. minima Mass. — Bavaria.
16. V. virens Nyl. — Scandinavia (Salæ).
17. V. margacea Whlnb. — Eur.
varr. æthiobola Whlnb. et hydrela Ach. — Eur.
var. olivacea (Fr.). — Eur.
var. cataleptoides Nyl. (*P. catal.* Schær.). — Eur.
var. ferruginosa Nyl. (*V. clop.* Dub.). — Gallia.
18. V. pyrenophora Ach. — Eur.
varr. decipiens (Hepp) et rugulosa Nyl. — Eur.
varr. cataractarum (Hepp) et fontigena (Kphb.). — Eur.
var. Sprucei (Leight.). — Eur.
* V. Ungeri Flot. — Germania.
19. V. plumbea Ach. — Eur. (Ital. — Gottl.).
var. pinguicula (Mass., in hb. Arn.). — Eur.
20. V. rupestris Schrad. — Eur., Afr., Amer. bor.
varr. calciseda et ruderum DC. — Eur.
varr. hiascens (Ach.) et Hochstetteri (Fr.). — Eur.
* V. integra Nyl. et v. murina (Leight.). — Eur.
* V. muralis Ach. et f. puteana Hepp. — Eur.
21. V. hymenogonia Nyl. — Gallia, Belgia, Anglia.
* V. amphiboloides Nyl. — Eur.
22. V. Sendtneri (Kphb.). — Bavaria, Helvetia.
23. V. intercedens Nyl. (Hepp *Flecht.* 445). — Helvetia.
24. V. plicata Mass. (ex hb. Arn.). — Bavaria.
25. V. nigrata Nyl. — Pyrenæi.
26. V. Dufourei DC. et v. limitata (Kphb.). — Eur.
27. V. microspora Nyl. — Gall. occ., Chili.
28. V. maura Whlnb. — Eur., Ind. orient.
*** Sporæ 8næ cylindr., incolores, perith. crassum.
29. V. gibba Nyl. — Algeria.
**** Sporæ 8næ fusconigræ maximæ, multiloculares.
30. V. verrucoso-areolata (Schær. *L. H.* 538). — Helvetia.
Sectio B. — Paraph. distinctæ, gelat. hym. iodo coerulescens.
31. V. epigæa Ach. — Eur.
32. V. thelostoma Harrim. — Scotia.
33. V. sphinctrinoides Nyl. — Lapponia.

II. Sp. potissime corticolæ (paucæ simul saxicolæ).

Sectio C.— Sporæ incol., paraph. graciles, gelat. hym. iodo non colorata.

a. — Sporæ 8næ angustiores simpliciter septatæ. PORINA.

34. V. chlorotica (et carpinea) Ach. — Eur., Amer., Polyn.
var. persicina (Krb.).— Eur.
var. illinita Nyl. — Eur.
var. cinerea Pers. — Eur.
35. V. lectissima (Fr.). — Eur.
var. leptalea (Mnt. s. *Biatora*). — Algeria.
36. V. epiphylla (Fée). — Amer. trop.
37. V. nana (Fée). — Amer. trop.
38. V. mastoidea (Ach., *americ.* Fée).— Omn. reg. trop.
var. pertusarioides Nyl. — Guyan. gall.
var. Tetraceræ (Ach.). — Afr. et Amer. trop.
39. V. innata Nyl. — Ins. Borbonia.
40. V. desquamescens Fée. — Amer. trop.
41. V. nucula Ach. (*P. endochr.* Mnt.). — Omn. reg. trop.

b. — Sporæ latiores, varie vel murali-divisæ, 2næ-8næ.

42. V. muscicola Ach. — Scandinavia.
43. V. Nægelii (Hepp *Flecht.* 470). — Helvetia.
44. V. thelostomoides Nyl. — Ind. orient.
45. V. geminella Nyl. — Mexico.
46. V. luridella Nyl. — Bolivia.

Sectio D. — Sporæ oblongæ sæpius fuscæ, perith. integre nigra. Cetera ut in C.

a. — Sporæ magnæ murali-divisæ (1-8 in thecis).

47. V. variolosa Pers. (et f. pyrinoica Ach.).-Afr. et Am. trop.
48. V. borbonica Nyl. — Ins. Borbonia.
49. V. papillifera Nyl. — Guyan. gall. (Lepr. 695).
50. V. epapillata Nyl.— Ceylon (coll. Hook. fil. 2226).
51. V. intrusa Nyl. — Bolivia.
52. V. aspistea Fée (non Ach.). — Omn. reg. trop.
53. V. pyrenuloides (Mnt. s. *Tryp.*).— Am. mer. trop., Java.

b. — Sporæ mediocres plerumque 4-loculares.

54. V. aggregata Fée (s. *Pyren.*). — Amer. mer. trop.
55. V. complanata Hook. — Omn. fere reg. trop.
56. V. nitida Schrad. — Fere cosmop. (deest in reg. arct.).
var. nitidella Flk. — Mixt. cum præced.
var. pinguis (Chev., *P. adacta* Fée). — Eur. occ., Am.
57. V. glabrata Ach. — Eur., Amer. bor.
* V. coryli (Mass.). — Eur.
58. V. farrea (Ach. pr. p.) Nyl. — Eur.
59. V. aurantiaca (Fée). — Ind. occ., Polyn.

60. V. circumfusa Nyl. (*Blastod. nitida* Mass.). — Italia.
61. V. micromma Mnt. — Amer. mer. trop.
62. V. confinis Nyl. — Amer. mer.
63. V. denudata Nyl. — Amer. trop., ins. Borb., Ind. or.
64. V. albescens Nyl. — Guyan. brit.
65. V. ochraceoflava Nyl. — Amer. æquinoct.
66. V. sinapisperma Fée. — Amer. mer. trop.
67. V. Canellæ albæ Fée. — Amer. trop.
68. V. porinoides (Ach.) Mnt. — Amer. mer. trop.
69. V. catervaria Fée (mel. *Trypeth.*). — Amer. mer. trop.
* V. ochrochlora Eschw. — Amer. mer. trop.
70. V. heterochroa Mnt. — Guyan., Brasil.

Sectio E. — Sporæ sæpiss. incol., uni- (raro pluri-)-septatæ. Cetera ut in C.

71. V. gemmata Ach. — Eur., Alger., Amer. bor.
* V. conoidea Fr. — Eur., Alger.
* V. triseptata Nyl. — Gall. merid.
* V. Salweii Leight. — Gall. occ., Anglia.
72. V. biformis Borr. — Eur.
73. V. vaga Nyl. — Madagascar.
74. V. viridiseda Nyl. — Guyan. gall.
75. V. Tamarindi Fée. — Amer. æquin.
76. V. insulata Fée. — Amer. æquin.
77. V. subvelata Nyl. — Ind. orient.
78. V. Cinchonæ Ach. — Amer. mer. trop.
79. V. tropica Ach. — Omn. fere reg. trop.
80. V. prostans Mnt. — Amer. mer. trop., C. B. Spei.
81. V. planorbis Ach. — Amer. trop.
82. V. planiuscula Nyl. in hb. Fée. — Amer. trop.
83. V. pluriseptata Nyl. (*P. Hepp.* Næg.). — Eur.
84. V. quinqueseptata Nyl. — Amer. (Carol. mer.).
85. V. epidermidis Ach. et v. analepta (Ach.). — Cosmopol.
varr. fallax Nyl. et lactea (Ach.). — Eur.
var. pyrenastrella Nyl. — Lapponia.
86. V. rhyponta Ach. — Eur.
87. V. thelena Ach. — Amer. mer.
88. V. cinerella Flot. — Eur.
89. V. halodytes Nyl. (sp. saxic., aquat.). - Cherbourg (Le Jolis).
90. V. xylina Nyl. — Gallia.
91. V. oxyspora Nyl. — Eur.

v. Limboria Fr. Genus valde dubium.

1. L. sphinctrina Duf. — Eur.

VI. Thelenella Nyl.

1. Th. modesta et v. griseella Nyl. — Gall.

VII. Endococcus Nyl.

1. E. erraticus (Mass. s. *Tichoth.*). — Eur.
2. E. gemmiferus (Tayl. s. *Verruc.*). — Eur.
3. E. perpusillus Nyl. — Gall. (Paris.).

VIII. Thelopsis Nyl.

1. Th. rubella Nyl. (*Sychnog. Bayrh.* Krb.). — Eur.

IX. Strigula Fr. (1).

1. Str. complanata (Fée) Mnt. — Omn. fere reg. trop.
   var. virescens (Knz.). — Cum typo.
2. Str. nemathora (Fée) Mnt. — Omn. fere reg. trop.
3. Str. ? actinoplaca Nyl. — Mexico.
4. Str. nitidula Mnt. — Amer. trop.
5. Str. Babingtoni Berk. (Anne *Verr.*?). — Anglia.

X. Melanotheca Fée, emend. definitione.

1. M. Achariana Fée (*Tryp. anomal.* Ach.). — Amer trop.
2. M. arthonioides (Mass. s. *Tomas.*). — Eur. mer.
3. M. arthoniella Nyl. — Brasilia.
4. M. gelatinosa (Chev. s. *Arth.*).— Gallia.
5. M. aciculifera Nyl. — Guyan. gallica.

(1) Genus *Strigula* vix nota essentiali ulla separari potest a *Verrucaria*. Specimina *Strigulæ complanatæ* pycnidifera sunt frequentisima; inde « *Strigula melanophthalma* » (definita «ascis deliquescentibus (?), resorptis forsan mature. » Talia ex methodo scholastica graviter adhuc hodie scribuntur!).— *Byssophyton sulfureum* Mnt. est, quantum ex typo haud rite evoluto video, *Verrucaria* e stirpe *Porinarum*. Cel. Montagne suum *Byssophyton*, similiter ac *Coenogonia* et *Arthoniam noli-tangere*, adjungit ad *Collemaceos* (nostro sensu), quibuscum nulla sane iis adest affinitas. Cuinam revera generi aut speciei *Collemaceorum* accedant illi lichenes vel colore, vel forma vel structura thalli aut apotheciorum ? Contra species analogæ (thallo byssino) ex. gr. in *Lecideineis* et *Lecanoreis* non desiderantur. Ut thallo præcipua exstat distinctio lichenum a fungis, ita structura thallina longe typiceque diversa invicem dignoscuntur familia *Collemaceorum* et familia *Lichenaceorum*. — Genus *Melanotheca* tangit *Mycoporum* in tribu præcedente.

XI. Trypethelium Ach.

Sectio A. — Apothecia subsolitaria (fere VERRUCARIÆ).

1. Tr. uberinum (Fée s. *Pyren.*). — Amer. mer. trop.
2. Tr. uberinoides Nyl. — Mexico.
3. Tr. melanophthalmum (Mnt. s. *Verruc.*). — Am. mer. trop.
4. Tr. megaspermum Mnt. — Amer. mer. trop.

Sectio B. — Apoth. plura connata.

a. — Sporæ pauciloculares.

5. Tr. cruentum Mnt. — Amer. mer. trop.
6. Tr. scoria Fée. — Amer. æquinoct.

* Tr. Leprieuri Mnt. — Guyan. gall.

7. Tr. pallescens — Amer. trop.
8. Tr. erumpens Fée. — Peruvia.
9. Tr. pulcherrimum Fée. — Amer. æquin.
10. Tr. duplex Fée. — Amer. æquin.
11. Tr. inconspicum Fée. — Peruvia.
12. Tr. annulare Mnt. — Amer. mer. trop.
    var. oleagineum (Fée). — Bolivia.

b. — Sporæ elongatæ septatæ.

13. Tr. Sprengelii Ach. et v. Anacardii (Fée). — Amer. æquin.

* Tr. platystomum Mnt. — Guyan. gall.

c. — Sporæ murali-divisæ.

14. Tr. meristosporum Mnt. — Java.
15. Tr. varium (Fée sub *Messn.*) — Amboina.
16. Tr. madreporiforme Eschw. — Amer. et Afr. tropicæ.
17. Tr. Cumingii Mnt. — Ins. Philippin.
18. Tr. sphærioides Mnt. — Guyan. gall.
19. Tr. porosum Ach. — Amer. mer. trop.
20. Tr. connivens Nyl. — Peruvia.

XII. Astrothelium Eschw.

1. A. conicum Eschw. — Amer. mer. trop.
2. A. hypoxylon (Fée s. *Pyrenod.*). — Peruvia.
   var. macrocarpon (Fée). — Amer. mer. trop.
3. A. clandestinum (Fée s. *Pyrenod.*). — Amer. mer. trop.
4. A. sepultum Mnt. — Amer. æquinoct.

OMISSA : p. 89, 10 bis, Collema lepideum Nyl. in hb. Hook. — Afr. occid. trop.; p. 90, 20, b, Leptogium Menziesii (Ach.). — Amer. max. mer., Cap. B. Spei, Ind. or., China; c, L. Hildenbrandii (Garov.) — Eur. med. et præs. mer.; d, L. saturninum (Ach.). — Eur. (præs. frigidior); p. 99, Ramalina complanata Ach. formis subjungenda Ramalinæ calicaris; p. 127, 198 bis, Lecidea subscabrosa Nyl. in hb. Till. de Clerm. — verisimiliter e Germania (coll. Schwægrichen), sporis fusiformibus 3-septatis.

Le tableau suivant résume les principales données statistiques que présente cette énumération.

Species	Galliæ	Scandin.	Europæ	Guyanæ	Chilens.	Totius terræ
I. LICHINEI........	6	5	6	—	—	8
II. COLLEMEI........	47	23	64	5	12	90
III. MYRIANGIEI.....	1	—	1	—	1	2
IV. CALICIEI........	28	22	31	—	1	34
V. SPHÆROPHOREI..	3	2	3	—	4	6
VI. BÆOMYCEI........	4	4	5	—	2	17
VII. CLADONIEI........	22	26	26	2	16	45
VIII. STEREOCAULEI...	10	8	10	—	3	18
IX. ROCCELLEI......	3	—	3	—	4	7
X. SIPHULEI........	1	2	2	—	2	9
XI. USNEEI..........	4	2	5	—	4	12
XII. RAMALINEI......	14	13	17	2	14	36
XIII. CETRARIEI.......	7	8	10	—	3	22
XIV. PELTIGEREI......	11	12	12	—	6	17
XV. PARMELIEI.......	47	34	51	8	38	123
XVI. GYROPHOREI.....	11	10	11	—	2	17
XVII. PYXINEI.........	—	—	—	1	1	3
XVIII. LECANOREI......	93	72	120	27	47	244
XIX. LECIDEINEI......	114	83	132	25	33	223
XX. XYLOGRAPHIDEI..	4	2	4	—	—	6
XXI. GRAPHIDEI......	53	14	62	60	23	210
XXII. PYRENOCARPEI...	55	30	67	58	11	153
Summa..	538	372	642	188	227	1302

APPENDICE.

Je profite de cette occasion pour présenter la définition d'un certain nombre de Lichens nouveaux pour la France, et qui manquent dans le *Prodromus Lichenum Galliæ et Algeriæ*.

1. VERRUCARIA HALODYTES Nyl. — Thallus tenuis nitidulus, maculam effingens olivaceo-fuscescentem; apothecia parva nigra parum prominula, epithecio latiusculo demum supra obtuse impressa, peritheciis dimidiatis; sporæ $8^{næ}$ incolores ovoideæ (altero apice crassiores et medio nonnihil vel

obsolete constrictæ) simplices aut uniseptatæ, longit. 0,012-15 millim., crassit. 0,006-7 millim., paraphyses graciles parcissimæ. Gelatina hym. iodo non tincta. — Supra saxa schistosa marina, sub aqua vigens, prope Cherbourg, ubi detecta fuit a cl. Aug. Le Jolis. Facillime dignota species e stirpe *Verrucariæ epidermidis*.

» ODONTOTREMA Nyl. Thallus parum visibilis, apothecia thelotremoidea (gymnotremoidea) nuda, primo clausa, dein margine excipulari denticulato-rupto dehiscentia, epithecium concavum operculi instar medio denticulato-aperti obtegente.

2. O. PHACIDIOIDES Nyl.— Thallus macula alba indicatus; apothecia atra mediocria (latit. 0,8-1,2 millim.) rotundata, adnata, patellarioidea, sed propius visa superne conniventer 6-8-denticulata, dentibus versus centrum versis demum apertum, epithecium ostendens infra situm concaviusculum concolor, intus medio albida; sporæ 8næ oblongæ vel oblongo-fusiformes incolores, sæpe arcuatæ, uniseptatæ, longit. 0,012-19 millim., crassit. 0,0035-45 millim., paraphyses graciles. Gelatina hymenea iodo coerulescens. --- Ad lignum vetustum ilicis in Corsica lectum a cl. Léveillé. Hypothecium infra tenuius nigrum quam pars excipuli (marginis proprii) superior epithecium obtegens vel denticulato-marginans, quæ duplo est crassior.

3. LECIDEA LÆVIGATA Nyl. --- Thallus albus vel albo-glaucescens lævigatus, rimuloso-diffractus; apothecia fusco-rufescentia superficialia, planiuscula, distincte marginata vel margine demum depresso, mediocria (0,5-1 millim.), intus pallida; sporæ 8næ incolores ellipsoideæ, long. 0,018-22 millim., crassit. 0,008-0,010 millim., paraphyses graciles. Gelatina hymenea iodo coerulescens, dein vinose rubens. --- Supra saxa schistosa ad littus marinum prope Cherbourg (Gréville) lecta a cl. Le Jolis. Habitu externo haud parum accedens ad *L. phæopem* Nyl., sed apotheciis aliis et revera forte nimis affinis polymorphæ *L. coarctatæ*, a qua differt apotheciis firmioribus (non desiccatione collabentibus vel crispatis) et habitu diverso.

4. PYRENOPSIS FUSCATULA Nyl. --- Thallus obscure fuscus vel brunneo-niger minutus, granulatus, effusus, granulis passim agglomeratis et in glomerulos depressiusculos confluentibus plus minus discretos (inde faciei macularis), satis *substrato* adhærentes, granulis alibi depressioribus maculasque (vel acervulos) formantibus irregulares plus minus se extendentes et varie

confluentes ; apothecia non rite evoluta visa, gelatina hym. iodo paullum coerulescens. — Ad saxa schistosa prope Cherbourg lecta a cl. Le Jolis. Facie est fere omnino *Pyrenopseos fuliginosæ* (Whlnb. sub *Verrucaria*), sed granulis thalli magis noduloso-graniformibus fuscis (nec nigris) magisque confluentibus et magis substrato adhærentibus. Spermogonia innata minutissima (latit. 0,04-0,05 millim.), spermatia oblonga vel oblongo-cylindrica, longit. 0,002 millim., crassit 0,0005 millim. Cellulæ exteriores thalli rufo-tinctæ compositæ, sat laxe junctæ.

5. Stigmatidium leucinum Nyl. — Thallus albus vel alboglaucescens tenuis (crass. circa 0,3 millim.), linea nigricante limitatus, superficie æqualis opacus, rimulosus; apothecia nigra minutissima punctiformia conferta, sectione fusco-nigricantia profunde intrusa (ita in sectione visa linearia vel fere acicularia), altitudine prope thalli (latit. vero solum 0,075-0,1 millim.); sporæ 6-8^næ^ oblongæ fuscæ, 5-7-septatæ, altero apice nonnihil crassiores, longit. 0,018-25 millim., crassit. 0,007-8 millim., paraphyses non regulares nec bene discretæ, hypothecium non infuscatum. Gelatina hymenea iodo (saltem passim dilute) coerulescens. — Ad saxa schistosa prope Cherbourg (Gréville) lecta a cl. Le Jolis. Species eximie concinna. Facie externa aliquantulum refert *St. crassum*, sed mox color thalli alius (candidus), sporæ aliæ.

6. Arthonia difformis Nyl. — Thallus albus tenuis indeterminatus opacus, passim rimosus et inæqualis; apothecia majuscula vel mediocria (latit. 1 millim., longit. 2 millim. adtingentia) nigra vel fusco-atra opaca anguloso-difformia vel ramoso-incisa, sæpius margine thallino rima discisso cincta, intus concolora; sporæ 8^næ^ fuscæ oblongæ, medio crassiores, 5-7-septatæ, longit. 0,025-35 millim., crassit 0,013-15 millim., thalamium lamina tenui visum nonnihil rufescens. Gelatina hymenea iodo coerulescens, dein vinose rubens. — Ad corticem quercus silvæ Hardt prope Mulhouse lecta a divo D^re^ Muehlenbeck, ex hb. Mougeot. Apothecia fere ut in *A. angulata* Fée. Vix est nisi varietas sporis simplicioribus *Arthoniæ spectabilis* Flot. (*Op. scripta* v. *arthonioidea* Schær. *En.* p. 151 pr. p.).

7. Melaspilea dimorpha. *Hysterium dimorphum* Duf. hb. — Thallus macula albicante indicatus ; apothecia atra lineari-lanceolata recta (long. 2-5 millim., latit. 0,5 millim.),

emergentia, demum superficialia, primum epithecio angusto rimiformi margine tumido, dein epithecio planiusculo margine tenui et vix prominulo, intus hypothecio leviter fuscescente; sporæ 8næ fuscæ oblongæ 1-septatæ, longit. 0,027-34 millim., crassit. 0,010-14 millim., paraphyses gracilescentes non confertæ. Gelatina hymenea iodo passim et dilute coerulescens. — Ad ramos denudatos *Juniperi phœniceæ* in Insulis Stoechadibus detecta a cel. L. Dufour (ex hb. Lév.). Forte sit potius *Xylographa*, sed sporis fuscis uniseptatis et paraphysibus *Melaspileæ*.

8. Mycoporum miserrimum Nyl. — Thallus macula pallescente vel obsoleta indicatus; apothecia minuta difformia atra macularia 2-6-nodulosa (nodulis conceptacula *Verrucariæ* imitantibus convexis, sed epithecio nullo impresso), intus et infra albida, inter nodulos omnino depressa; thecæ sphæroideæ vel oblongo-sphæroideæ, sporæ 8næ oblongæ incolores 3-5-septatæ (et varie sæpius parceque longitrorsum divisæ), longit. 0,015 millim., crassit. 0,005 millim., paraphyses nullæ, thalamium incolor laxe indistincte cellulosum, conceptaculum nigricans conspicue fusco-cellulosum. Gelatina hymenea iodo non tincta, protoplasma thecarum vinose rubens. — Ad cortices lævigatos in Gallia ex collectione Chevalier (speciminibus communicatis a Dre Mougeot). Extus speciem habet fere *Arthoniæ minutulæ* Nyl., at mox distinguitur nodulis convexis quos exhibent apothecia, quasi *Verrucariam* mentiens apotheciis minutissimis aggregatis basi depressa confusis.

9. Melanotheca gelatinosa. *Arthonia gelatinosa* Chev. *Journ. Phys.* 1822, *Fl. Paris.* p. 543. — Thallus macula pallescente sat determinata indicatus; apothecia atra mediocria (latit. circa 1 millim.) rotundata vel oblonga depressa opaca, immarginata, nonnihil inæqualia, intus albida, nucleis theciferis 3-6 in quovis apothecio; sporæ 8næ incolores oblongo-ovoideæ, altero apice paullum crassiores, 3-septatæ, episporio distincto, paraphyses nullæ, hypothecium incolor. Gelatina hymenea iodo non tincta, protoplasma thecarum vinose rubens. — Ad Alnos et *Sorbum aucupariam* in Gallia, ad Parisios, ex Chevalier (cujus typos communicavit Dr Mougeot).

INDEX GENERUM.

DE L'EMPLOI

DES OBSERVATIONS AZIMUTALES

POUR LA DÉTERMINATION DES ASCENSIONS DROITES ET DES DÉCLINAISONS DES ÉTOILES,

Par M. Emm. LIAIS.

En 1853, M. Houzeau a communiqué à l'Académie de Bruxelles, dans sa séance du 4 juin, une méthode pour déterminer simultanément la latitude, la longitude, l'heure et l'azimut par des passages dans deux verticaux. Dans cette méthode, l'emploi de plusieurs étoiles distinctes dont les positions sont supposées connues, est indispensable; conséquemment, les erreurs commises sur les coordonnées adoptées pour ces astres se reportent sur les résultats. Mais, comme, en employant les étoiles dites *fondamentales*, ces erreurs sont nécessairement très petites, cette méthode est d'une approximation suffisante pour les voyageurs.

Dans un mémoire présenté à la Société impériale des Sciences naturelles de Cherbourg, dans sa séance du 9 juillet 1855, j'ai traité de l'emploi des observations azimutales pour la détermination des coordonnées astronomiques des étoiles, et spécialement des déclinaisons, en insistant sur les avantages de ces observations, qui sont à la fois indépendantes des réfractions et des flexions.

Quelques mois plus tard, en janvier 1856, M. Babinet a communiqué à l'Institut une méthode qu'il avait déjà trouvée depuis longtemps, pour déterminer la latitude d'un lieu par les azimuts extrêmes de deux circompolaires différentes. Il définit son but dans la phrase suivante : « Il ne s'agit point ici d'une détermination qui puisse prétendre à une extrême précision. On veut une détermination géographique ou de voyage, qui comporte une exactitude suffisante, et qui puisse s'obtenir en peu de minutes, sans baromètre, sans thermomètre, sans tables de réfraction, et sans connaissance du méridien. » L'emploi de deux étoiles différentes dont on suppose les coordonnées connues, est en particulier un inconvénient que M. Babinet a fait disparaître plus tard dans d'autres méthodes, comme nous le dirons plus loin.

Lors de la formation de l'expédition destinée à la recherche des sources du Nil Blanc, expédition qui vient d'être dissoute, consulté par l'un des membres de cette expédition, sur les procédés les plus convenables pour la détermination des coordonnées géographiques, j'ai proposé de faire des observations azimutales de plusieurs étoiles, dans les localités où la commission séjournerait; j'ai indiqué les conditions dans lesquelles devaient être faites ces observations, et j'ai construit les formules nécessaires pour leur réduction. Ce procédé a été communiqué par moi à la Société impériale des Sciences naturelles de Cherbourg, dans sa séance du 8 décembre 1856, et résumé dans le compte rendu de cette séance.

Enfin, dans les séances de l'Institut du 26 janvier et du 9 février 1857, M. Babinet revient sur la détermination de la latitude par les observations azimutales, en employant les observations d'une même étoile dans plusieurs azimuts, spécialement à ses passages aux azimuts extrêmes ou au

premier vertical. Nous reviendrons plus loin sur ces méthodes, qui sont très intéressantes.

Dans le travail que nous publions aujourd'hui, nous avons pour but de réunir nos divers procédés et nos formules contenues dans nos mémoires antérieurs déjà cités, d'y joindre les détails pratiques nécessaires, d'indiquer de nouveaux moyens d'augmenter la précision des observations azimutales de manière à rendre les résultats qu'elles peuvent fournir plus exacts que ceux des autres observations, et notamment des observations méridiennes. En un mot, nous voulons faire voir que toute l'astronomie peut se faire, avec grand avantage, par des observations d'azimut.

Actuellement, presque tous les travaux astronomiques sont fondés sur des observations faites dans le méridien. Ces observations présentent de très graves inconvénients, notamment pour la mesure des déclinaisons.

J'ai déjà cité les réfractions et les flexions des cercles.

Les réfractions présentent d'énormes incertitudes. Elles ne peuvent être calculées qu'en tenant compte de la température et de la pression barométrique dont elles dépendent, puisque ces deux éléments modifient la densité de l'air. Nous avons, dans des mémoires antérieurs, fait connaître un moyen d'obtenir la température exacte de l'air. La pression barométrique est mesurable avec une assez grande précision. Il semble donc que, dans ces conditions, on peut espérer connaître assez exactement la réfraction, mais il n'en est rien. En effet, ce n'est pas seulement la température générale de l'air du lieu qui détermine la réfraction pour l'observation présente, mais en même temps la température de l'air en contact avec la surface de l'objectif, qui nécessairement diffère. Ce n'est même pas cette dernière température seule qui agit, mais en même temps la nature des surfaces isothermes qui existent entre l'objectif et la région

où l'air possède la température générale du lieu, région à partir de laquelle on pourra regarder les couches d'air de même température comme horizontales.

Pour faire voir le rôle de ces surfaces, considérons un instrument méridien placé dans une salle rectangulaire, et voyant le ciel par une fente horizontale dans le toit et par des fenêtres verticales, comme cela a lieu à l'Observatoire de Paris et dans presque tous les observatoires. La température intérieure diffère presque constamment de la température extérieure. Si elle est plus basse, et si on pointe par une des fenêtres verticales, le rayon lumineux, à la rencontre de couches d'air froid verticales, se rapprochera de l'horizon, et le froid de l'air voisin de l'instrument, loin d'avoir augmenté la réfraction, l'aura diminuée. L'inverse aurait lieu si la température était plus élevée dans la salle que dehors. Mais les phénomènes seront encore plus compliqués parce que les couches isothermes ou plutôt de même densité ne restent pas verticales, mais prennent des formes tout à fait inconnues et variables, qui doivent présenter ordinairement leur convexité à l'extérieur si l'air est plus froid à l'intérieur qu'à l'extérieur, et leur concavité dans le cas contraire. Généralement, toutefois, le froid intérieur doit diminuer la réfraction, tandis qu'il l'augmente à l'extérieur, et de plus, l'angle des rayons lumineux et de ces surfaces pouvant être très grand même pour de petites distances du zénith[1], les erreurs peuvent être très notables. Dans ces circonstances, avec quelle température faire le calcul? Il est évident que le mieux est de négliger tout ce qui passe entre l'objectif et la distance à laquelle l'air est à la température générale du lieu, et d'employer cette dernière température. Vouloir tenir compte de la température intérieure est absurde, puisqu'on ne sait pas dans quelle sens elle a agi. J'insiste sur cette dernière remarque, parce que tous les astronomes ne

semblent pas avoir réfléchi à ces considérations, et il a été proposé de se servir de la température intérieure (*a*). Mais, quoi que l'on fasse, on commettra toujours des erreurs. C'est en vain que l'on croirait s'en affranchir en plaçant l'instrument dehors, à l'air libre. Le verre a un pouvoir émissif considérable, et, par suite, l'objectif et aussi l'air ambiant, prendront une température très différente de celle de l'air. Il se produira alors, à la surface de l'objectif, ce qui se faisait à l'ouverture des trappes.

Dans le sens azimutal, au contraire, tout est symétrique autour de l'objectif, puisqu'il n'y a pas de raison pour qu'il en soit autrement, comme dans le sens vertical, où agit la pesanteur. Le vent seul peut influer; mais quand il existe, lui-même empêche la température de l'objectif de différer notablement de celle de l'air, et sauf auprès de l'horizon, les réfractions azimutales sont insensibles.

Ajoutons qu'en outre de l'action de la chaleur sur la densité de l'air, il n'est pas prouvé que la température n'ait pas une autre action sur le pouvoir réfringent de ce gaz. Cela a lieu pour certains corps, le verre, par exemple: chaud, il réfracte plus que froid.

L'humidité de l'air, si difficile à mesurer, a aussi une petite influence sur le pouvoir réfringent, comme l'a prouvé Arago, avec un appareil interférentiel.

Il résulte donc de ce qui précède que, quand même les réfractions moyennes et la température de l'air seraient bien connues, il serait encore impossible de calculer l'influence

(*a*) Pour juger de cette influence des trappes, le mieux serait de diviser les observations d'un même astre en trois séries : celles pour lesquelles la température intérieure est supérieure à la température extérieure, celles pour lesquelles elle lui est égale, celles pour lesquelles elle est inférieure, et de comparer les déclinaisons fournies par chacune des séries.

de la réfraction sur les déclinaisons. Mais il s'en faut de beaucoup que les réfractions moyennes soient bien connues, puisqu'il a été donné plusieurs tables différentes. Il faut partir d'hypothèses pour les calculer. Près du zénith, sans doute, il y a peu d'inconvénient à ces hypothèses, mais en approchant de l'horizon, la loi inconnue des variations de la densité de l'air avec sa hauteur, met toutes les théories en défaut.

Le meilleur moyen d'étudier les réfractions est de combiner des observations azimutales avec des observations de hauteur, ce qui nous ramène à l'emploi de l'alt-azimut qui non seulement peut étudier les réfractions, mais encore en affranchir.

Outre les erreurs produites par la réfraction, il y a, lorsqu'on observe dans un sens vertical, déformation des cercles par la flexion provenant de l'action de la pesanteur. Ces déformations produisent des erreurs que le calcul ne peut faire connaître avec certitude. Il y a encore déformation par l'action de la température, qui diffère souvent notablement dans le bas et dans le haut de la salle.

De plus, les images des étoiles sont allongées dans le sens vertical par la dispersion de l'atmosphère qui en sépare les couleurs, de sorte que la coloration et l'intensité de la lumière atmosphérique peuvent changer la situation du maximum de lumière. Tout le monde ne voyant pas les couleurs de la même manière, au même instant chaque observateur voit une situation différente à ce maximum; de là des équations personnelles de pointé. Dans le sens azimutal, rien de semblable n'a lieu, à cause de la symétrie des images.

Dans son mémoire du 26 janvier 1857 (voir les comptes rendus de l'Académie des sciences), M. Babinet présente des considérations analogues aux précédentes et que nous croyons devoir reproduire :

« Les inconvénients de l'emploi des angles mesurés dans le plan du méridien sont, dit-il :

» 1° L'incertitude des réfractions avec les indications peu sûres du thermomètre et du baromètre;

» 2° La flexion et la déformation des limbes circulaires mobiles et d'une forme tellement complexe, que le calcul ne peut remédier à ces causes d'erreur;

» 3° Le pointé par des fils horizontaux qui, avec la dispersion et l'absorption de l'atmosphère, n'offre rien de fixe et varie avec le plus ou moins d'illumination du champ.

» 4° L'imperfection de l'image focale de l'étoile, l'équation personnelle du pointé qui n'est pas compensée, et enfin l'erreur d'axe qui se manifeste quand on observe la même étoile circompolaire à deux hauteurs différentes. Quant aux erreurs de division, on suppose que, par des études très laborieuses et dont Bessel nous a donné un exemple plus admiré qu'imité, on soit parvenu à en tenir compte dans toute l'étendue du limbe divisé.

» Il est évident que les arcs divisés horizontaux n'offrent aucun des inconvénients des arcs divisés sur un limbe vertical. D'abord on peut leur donner un diamètre quelconque, comme, par exemple, quatre mètres et plus ; tandis que jusqu'ici, pour les limbes verticaux, la flexion des matériaux n'a pas permis de dépasser deux mètres.

» La réfraction agissant dans le plan vertical n'a aucune influence sur les erreurs azimutales. Il suffit de rappeler les observations merveilleuses faites à l'instrument des passages situé dans le premier vertical, pour établir la supériorité de ce mode d'observer. De plus, on supprime l'emploi du baromètre, et surtout du thermomètre.

» Les étoiles par suite de la dispersion de l'atmosphère, qui est un quatorzième ou un quinzième de la réfraction totale, offrent un spectre allongé vertical qui, pour une

réfraction d'une minute vers la hauteur de 45 degrés, n'a pas moins de 4 secondes de dimension verticale, le long de laquelle l'absorption variable de l'atmosphère et l'imperfection de l'objectif répartissent d'une manière variable le maximum de lumière sur lequel pointe l'observateur. Ce centre d'intensité est donc essentiellement variable quand on bissecte l'image de l'étoile par un fil horizontal. Il n'en n'est pas de même pour la bissection de l'image par un fil vertical. L'allongement de l'étoile en hauteur aide au contraire à l'exactitude de la bissection. Le pointé de la lunette méridienne qui est de cette espèce n'a jamais donné lieu à aucune remarque défavorable, pas plus que le pointé à fils verticaux dans l'instrument des passages placé est et ouest. »

On voit par ce qui précède, combien sont nombreux les avantages des instruments azimutaux sur les instruments méridiens, et l'on s'étonne alors de l'emploi presque exclusif de ces derniers. Mais les causes en sont faciles à trouver. Les observations azimutales sont des observations de temps, puisqu'elles consistent à déterminer l'instant précis auquel un astre passe par un azimut donné. Les observations au cercle méridien sont au contraire des mesures d'arc, pour lesquelles il semble à priori que l'on peut obtenir un degré de précision plus grand que pour les mesures de temps. Je dis *à priori*, car en réfléchissant à toutes les causes d'erreur des arcs verticaux, erreurs dont nous venons de parler, il est douteux que l'on puisse atteindre plus de précision. Quoi qu'il en soit, cette première impression est celle qui a déterminé le choix des cercles muraux pour les déclinaisons. Il faut y joindre, au reste, un autre motif qui a dû exercer une grande influence. Au cercle mural, les différences de déclinaison des astres sont directement obtenues après les corrections plus ou moins bonnes de réfraction, tandis que,

pour les déduire des observations azimutales, il faut des artifices de calcul que l'on n'aperçoit pas immédiatement. Le cercle méridien est donc plus élémentaire, c'est une raison pour qu'il ait été employé de préférence, mais non pour qu'il soit préférable.

Nous verrons plus loin comment on peut corriger des erreurs de l'instrument, avec une très grande précision, les mesures azimutales, c'est-à-dire, tenir compte des inclinaisons d'axes, des erreurs de collimation, de graduation, etc., et, dès lors, la seule objection que l'on pourrait faire à l'emploi des mesures d'azimut au lieu des mesures de hauteur au méridien pour la détermination des déclinaisons, serait de faire intervenir à la fois des mesures d'arc et de temps. Cette objection n'en est pas une, vu les incertitudes des mesures de hauteur, comme nous l'avons déjà dit ; mais, au reste, dans nos formules, nous ferons voir qu'il est possible d'éliminer entièrement toute influence des irrégularités de marche de la pendule, quelque anormales qu'elles soient. De plus, et encore bien que ce ne soit pas nécessaire pour l'emploi de nos formules, nous indiquerons des procédés très simples, par lesquels on peut transformer les observations azimutales en des opérations de pointé analogues au pointé des hauteurs méridiennes, et dès lors, l'objection ci-dessus, quoique sans valeur, disparaît totalement.

Quant aux différences d'ascension droite, l'instrument généralement employé, savoir, la lunette méridienne, ou instrument des passages, est en réalité un instrument azimutal, puisqu'il a pour but d'observer l'heure des passages dans un même azimut, qui est le méridien. Cet instrument, s'il est parfaitement rectifié, donne directement les différences d'ascension droite des astres. Le mode d'observer étant le même que celui de l'alt-azimut, il ne semble pas, au premier abord, que nous ayons d'objection à faire à la lunette

méridienne en faveur de ce dernier instrument. Mais, au contraire, nous dirons que la limitation des observations à un seul azimut, limitation qui a lieu dans la lunette méridienne, est un énorme inconvénient, en ce que toutes les différences d'ascension droite sont entièrement affectées des erreurs de la pendule. Or, il est parfaitement connu que, quelques précautions que l'on prenne pour obtenir des pendules une marche parfaitement régulière, on ne peut les empêcher d'éprouver un grand nombre d'anomalies, qui, pour la plupart, sont dues au changement de la température. On a beau compenser la longueur du balancier, la température exerce sur la marche mille actions qui ne viennent pas de cette longueur, et, en particulier, elle modifie notablement les frottements par la dilatation et surtout le changement d'état des huiles. Or, si, comme nous l'avons fait voir à l'occasion de l'horlogerie électrique, on remarque que l'intervention du moteur sur lequel la température réagit en modifiant les frottements, peut faire varier la longueur du pendule qui bat la seconde, et renverser même les lois de l'isochronisme, il est évident qu'il n'y a pas de compensation complète possible contre les effets de la température.

L'expérience confirme sur ce point la théorie, Ainsi en comparant la marche diurne que prend la pendule sidérale de l'Observatoire de Paris, en été et en hiver, on voit qu'elle varie de un dixième de seconde environ par chaque degré de température. Or, comme il fait plus chaud le jour que la nuit, les pendules présentent une marche périodique, variable dans chaque saison et inconnue, dont le jour est la période. L'effet de cette période disparaît donc, dans le calcul du mouvement diurne de la pendule par le retour d'une même étoile au méridien. Si ensuite, avec ce mouvement diurne ainsi obtenu, on applique les corrections nécessaires pour déduire des observations de passage de deux étoiles

leur différence d'ascension droite, on commet une erreur qui vient de ce qu'on s'est servi d'un mouvement diurne moyen, au lieu de l'avance horaire correspondant à l'intervalle des observations.

Les observations des mêmes étoiles, à part quelques étoiles brillantes, ne se faisant que la nuit, et spécialement dans la soirée, il ne peut y avoir compensation dans les moyennes, et l'on rapporte au ciel les variations inconnues du mouvement de la pendule.

Nous venons de parler de la température, mais il peut exister dans l'horloge beaucoup d'autres variations périodiques, les unes dépendant de la pression atmosphérique, d'autre seulement du mécanisme lui-même.

Dans l'alt-azimut, on peut, comme nous le verrons plus loin, éliminer toute influence de la pendule. En outre, le procédé dont nous avons parlé et que nous décrirons plus loin, pour faire les observations azimutales par des opérations de pointé, permet d'introduire des mesures d'arc au lieu des mesures de temps, ce qui comporte une bien plus grande précision. De plus, ce procédé fait disparaître les équations personnelles, la différence d'estime des passages le jour et la nuit, et l'influence des ondulations sur cette estime.

Nous n'avons jusqu'ici parlé des avantages des instruments azimutaux sur les instruments méridiens qu'au point de vue de la précision des observations. Il est toutefois une autre considération qui, quoique secondaire, mérite cependant d'entrer en ligne de compte. Je veux parler de la commodité de l'observateur. Les observations azimutales d'un astre offrent en effet l'immense avantage de pouvoir être faites pendant toute la durée de la présence de cet astre au-dessus de l'horizon, et elles ne sont pas restreintes à un seul instant très court pouvant tomber aux heures les plus incommodes de la journée ou les plus fatiguantes de la nuit. Avec elles, on n'est pas

exposé, après avoir veillé plusieurs heures pour attendre le moment favorable, à voir un nuage cacher l'astre au moment où on allait l'observer. Pour les déterminations d'azimut on profite de toutes les éclaircies, ce qui permet d'observer plus fréquemment, et on peut choisir les instants où l'on est le mieux dispos, question très importante au point de vue de la qualité des observations. Objectera-t-on la plus grande longueur des calculs de réduction? Cette objection n'est pas sérieuse. D'abord si, en effet, le calcul de réduction pour chaque observation est plus long, la précision des observations azimutales étant plus grande, une seule d'entre elles vaut une moyenne de plusieurs observations méridiennes. Elle offre même la certitude que la limite des erreurs est renfermée entre les limites restreintes où la *probabilité seulement* indique que doit être contenue la moyenne en question. A égalité, à supériorité même de précision, les calculs de réduction ne seront donc pas plus longs pour les observations azimutales que pour les observations méridiennes. Mais quand même la réduction serait plus longue, n'est-il pas préférable au point de vue de l'astronome d'employer quelques minutes de plus à faire les calculs, pour éviter de passer souvent plusieurs nuits à attendre le moment favorable pour une observation dont la réduction serait plus courte, et au point de vue de la précision des résultats, doit-on s'arrêter à de pareilles objections?

En résumé : lorsqu'on compare entre elles les déclinaisons et les différences d'ascension droite des étoiles fondamentales prises dans divers catalogues, on y remarque des divergences très grandes, et qui paraissent provenir du mode d'observation employé.

Les observations méridiennes ont sans doute l'avantage de présenter une grande simplicité, mais elles sont altérées par diverses erreurs provenant surtout pour les déclinaisons,

de la réfraction, de la flexion des lunettes et des cercles et de la dispersion atmosphérique, pour les ascensions droites, des équations personnelles et des erreurs périodiques des pendules.

C'est à ces erreurs diverses qu'il faut attribuer les différences remarquées entre les divers catalogues d'étoiles fondamentales, et il semble que, quant à présent, on a tiré de l'astronomie méridienne tout ce qu'elle peut donner comme précision. Pour aller plus loin, il faut donc recourir à de nouveaux procédés d'observation.

La formule générale qui lie l'azimut d'un astre à son angle horaire et à sa déclinaison est

$$(1) \qquad \sin l \cos \varphi = \operatorname{tg} D \cos l - \sin \varphi \cot a$$

dans laquelle l est la latitude du lieu d'observation, φ l'angle horaire et D la déclinaison de l'astre, a l'azimut à partir du point nord, compté positivement dans le sens des angles horaires, c'est-à-dire du nord vers l'ouest. C'est la formule donnée par le triangle sphérique dans lequel on joint l'astre au pôle et au zénith, et le pôle et le zénith entre eux.

Si on fait plusieurs observations d'un même astre, c'est-à-dire si on note au moyen de la pendule l'instant auquel cet astre passe par diverses positions de la lunette correspondantes à diverses lectures du cercle azimutal, on aura plusieurs équations de la forme (1). l ou la latitude du lieu a la même valeur dans toutes ces équations, D ou la déclinaison de l'étoile peut également être regardée comme constante, car elle ne varie que de quantités négligeables dans l'intervalle des deux observations du même jour (*a*).

(*a*) Au reste, connaissant par une première approximation la valeur de l'ascension droite et de la déclinaison d'une étoile, les formules de la nutation et de l'aberration font connaître la variation très petite que ces éléments ont pu éprouver dans l'intervalle de deux observations. On trouve ces variations en tables

L'angle horaire varie de quantités approximativement connues par la pendule, et le changement de l'azimut en passant d'une observation à l'autre, est connu par la différence des lectures du cercle azimutal correspondant à ces observations.

Toutes les équations ne renferment donc que quatre inconnues, en supposant le mouvement de la pendule connu, savoir : l, φ, D et a de la première observation. Si donc on a quatre observations d'une même étoile, on peut déterminer ces quatre inconnues *approximativement*. Je dis *approximativement*, parce que nous avons supposé le mouvement de la pendule parfaitement uniforme. Après la détermination des valeurs approximatives, nous verrons le moyen de nous débarrasser de cette condition. Le mouvement moyen de la pendule est d'ailleurs connu si on a observé le retour d'un même astre au même azimut.

On facilite beaucoup la détermination des valeurs approchées de l, φ, D et a, si on a déterminé par les observations des azimuts extrêmes d'une même circompolaire la lecture du cercle azimutal qui répond au méridien. Cette opération peut être faite avec une grande précision, comme nous le verrons plus loin, et elle nous servira très utilement à la détermination des valeurs exactes de l, φ et D comme à celle de leurs valeurs approchées; conséquemment on doit à peu près la regarder comme indispensable. Les valeurs des azimuts des observations sont alors connues, et trois observations d'un même astre suffisent à déterminer l, φ et D approximativement.

On a, en effet, les trois équations

dans les éphémérides pour les étoiles dites fondamentales. Si l'astre observé n'est pas une étoile, on a également par les tables son changement de position dans l'intervalle des observations. On peut donc faire le calcul en ayant égard à ces changements.

$$(2)\left\{\begin{array}{l}\text{Sin } l \cos \varphi = tg\ D \cos l - \sin \varphi \cot a \\ \text{Sin } l \cos (\varphi + m) = tg\ D \cos l - \sin (\varphi + m) \cot a_1 \\ \text{Sin } l \cos (\varphi + m_1) = tg\ D \cos l - \sin (\varphi + m_1) \cot a_2\end{array}\right.$$

équations dans lesquelles on connaît a, a_1, a_2, et où m et m_1 sont connus approximativement par la pendule.

En retranchant les deux dernières équations de la première, on élimine D, et les deux équations résultantes divisées par cos φ sont :

$$(3)\left\{\begin{array}{l}\text{Sin } l\,(1 - \cos m + \sin m\ \text{tg}\ \varphi) = \cot a_1 \cos m\ \text{tg}\ \varphi \\ \qquad\qquad + \cot a_1 \sin m - \cot a\ \text{tg}\ \varphi \\ \text{Sin } l\,(1 - \cos m_1 + \sin m_1\ \text{tg}\ \varphi) = \cot a_2 \cos m_1\ \text{tg}\ \varphi \\ \qquad\qquad + \cot a_2 \sin m_1 - \cot a\ \text{tg}\ \varphi\end{array}\right.$$

En divisant ces deux équations membre à membre, on élimine sin l et on a une équation du second degré en $tg\ \varphi$ d'où on tire deux valeurs de cette tangente, entre lesquelles il est facile de reconnaître à vue, d'après les conditions de l'observation, celle que l'on peut admettre. On ferait, au reste, disparaître tout doute par une quatrième observation. Substituant cette valeur dans l'une des équations (3) on a sin l, puis mettant pour l et φ leurs valeurs dans la première des équations (2), on a tg D.

Les valeurs ainsi obtenues peuvent être considérées comme exactes si l'azimut a été bien déterminé, et si le mouvement de la pendule a été bien uniforme. Mais comme on n'est pas certain de cette dernière condition, elles ne doivent être considérées que comme des valeurs approchées. Nous allons maintenant examiner les procédés à employer pour avoir les valeurs exactes, lorsqu'on connaît déjà les valeurs approchées (*a*).

(*a*) En général, la détermination des valeurs approchées est plus simple que nous ne venons de l'indiquer, parce qu'on peut recourir aux observations de hauteur, et employer pour la détermination de l'heure et de la latitude, des étoiles de décli-

Reprenons la formule générale (1)

$$\operatorname{Sin} l \cos \varphi = \operatorname{tg} D \cos l - \sin \varphi \cot a.$$

Si les valeurs approchées de l, φ, D et a, correspondantes à une observation d'un astre, sont connues, nous devrons satisfaire à l'équation (1) en y substituant, pour l: $l + \delta l$; pour φ: $\varphi + \delta\varphi$; pour D: $D + \delta D$; et pour a: $a + \delta a$; δl, $\delta\varphi$, δD et δa étant de très petites quantités dont nous négligerons les carrés et les puissances supérieures et δa représentant l'erreur sur la lecture du limbe répondant au point nord. La formule (1) devient alors :

$$(4)\ (\operatorname{Cos} l \cos \varphi + \operatorname{tg} D \sin l)\,\delta l + (\cot a \cos \varphi - \sin l \sin \varphi)\,\delta\varphi - \cos l \sec^2 D\delta D - \sin \varphi \operatorname{cosec}^2 a \delta a + \sin l \cos \varphi - \operatorname{tg} D \cos l + \sin \varphi \cot a = o.$$

On ne peut pas observer deux étoiles à la fois; mais au bout de 2 ou 3 minutes, on peut avoir observé une seconde étoile de déclinaison D' et présentant sur la première un excès d'ascension droite A, D' et A étant également approximativement connus. L'angle horaire de cette seconde étoile sera égal à celui de la première étoile à l'instant de son observation, augmenté en secondes d'arc de 15 fois l'intervalle en secondes de temps qui sépare les instants des deux observa-

naison et d'ascension droite assez bien connues. Dans ce cas, les méthodes à employer sont très simples et bien répandues. Toutefois, nous avons dû indiquer le moyen d'obtenir les valeurs approchées en employant seulement quelques-unes des observations azimutales qui nous sont nécessaires pour les déterminations exactes que ces valeurs approchées vont nous faciliter. D'une part, on rend par là les déterminations entièrement possibles avec un instrument muni seulement d'un cercle azimutal sans cercle de hauteur; d'autre part, il devient inutile de faire d'autres observations que celles qui sont nécessaires pour les déterminations exactes affranchies de la pendule, considération qui peut être très utile en voyage, où le temps de l'observation est plus précieux que celui que l'on emploierait au retour à la réduction.

tions, et diminué de l'excès d'ascension droite. Or, quelque mauvaise que soit une pendule, elle donne avec une très grande approximation un intervalle de deux ou trois minutes. En effet, les variations du mouvement diurne d'une pendule passable seront inférieures à une seconde, et il n'y a que celles d'une très mauvaise pendule qui pourraient atteindre 5 secondes. Quelque mauvaise que soit la pendule, son mouvement diurne d'avance ou de retard à un instant quelconque peut toujours être considéré comme connu à 5 secondes près. Or, 3 minutes font $\frac{1}{480}$ de jour.

L'erreur d'une pendule, sur la durée de 3 minutes, ne pourra donc pas excéder $\frac{5}{480}$ de seconde, ou un centième de seconde environ, et sera très loin d'atteindre cette valeur avec une pendule seulement passable. Une quantité de cet ordre échappant à nos sens et étant parfois inférieure de beaucoup aux erreurs d'observation, on peut considérer l'intervalle de deux observations aussi rapprochées comme parfaitement et exactement mesuré par la pendule. L'erreur sur l'angle horaire φ de la seconde étoile doit donc être considérée comme égale à l'erreur sur l'angle φ de la première observation, moins l'erreur sur la différence d'ascension droite; on a donc

$$\delta\varphi_1 = \delta\varphi - \delta \mathbf{A};$$

δl et δa sont les mêmes d'ailleurs que dans l'équation précédente.

La seconde observation donnera donc l'équation suivante:

$$(5) \qquad (\text{Cos}\, l \cos \varphi_1 + tg\, \mathrm{D}' \sin l)\, \delta l + (\cot a_1 \cos \varphi_1 - \sin l \sin \varphi_1)(\delta\varphi - \delta \mathrm{A}) - \cos l \sec^2 \mathrm{D}' \delta \mathrm{D}' - \sin \varphi_1 \operatorname{cosec}^2 a_1 \delta a + \sin l \cos \varphi_1 - tg\, \mathrm{D}' \cos l + \sin \varphi_1 \cot a_1 = o.$$

En éliminant $\delta\varphi$ entre (4) et (5), et posant pour abréger:

$$\text{Cos}\, l \cos\varphi + tg\, \mathrm{D} \sin l = \mathrm{M};\ \cot a \cos\varphi - \sin l \sin\varphi = \mathrm{N};$$
$$-\cos l \sec^2 \mathrm{D} = \mathrm{O}; -\sin\varphi \operatorname{cosec}^2 a = \mathrm{P}$$

$$\text{Cos}\, l \cos\varphi_1 + tg\, D' \sin l = M'; \cot a_1 \cos\varphi_1 - \sin l \sin\varphi_1 = N';$$
$$-\cos l \sec^2 D' = O'; -\sin\varphi \operatorname{cosec}^2 a_1 = P'$$
$$\text{Sin}\, l \cos\varphi - tg\, D \cos l + \sin\varphi \cot a = Q;$$
$$\text{Sin}\, l \cos\varphi_1 - tg\, D' \cos l + \sin\varphi_1 \cot a_1 = Q'$$

il vient l'équation générale :

$$(6) \quad (MN' - M'N)\,\delta l + NN'\,\delta A + ON'\,\delta D - O'N\,\delta Q$$
$$+ (PN' - P'N)\,\delta a + QN' - Q'N = o.$$

Cette formule est indépendante de l'angle φ et renferme les cinq inconnues δl, δa, δA, δD, $\delta D'$.

En faisant plusieurs autres observations azimutales des mêmes étoiles, on a plusieurs équations semblables, renfermant les cinq mêmes inconnues, sans introduction d'aucune nouvelle inconnue. Si le nombre des couples d'observations des deux étoiles dépasse cinq, on a donc le moyen de déterminer les cinq inconnues par la méthode des moindres carrés, qui est facilement applicable dans ce cas.

Ordinairement, on peut obtenir immédiatement les valeurs de l, A, a, D et D' assez approchées pour que les corrections δl, δa, δA, δD et $\delta D'$ soient très petites. S'il en était différemment, on substituerait dans les équations générales au lieu l, A, a, D et D', les valeurs $l + \delta l$, $A + \delta A$, $a + \delta a$, $D + \delta D$ et $D' + \delta D'$, données par la première approximation et on déterminerait de nouvelles corrections beaucoup plus approchées et ainsi de suite, jusqu'à ce que les corrections fussent négligeables. Mais, en général, une première approximation suffit.

La détermination de a peut être faite avec une très grande précision, comme nous le verrons plus loin, par les écarts extrêmes des circompolaires. En opérant de cette manière, on n'a que quatre inconnues pour deux étoiles δl, δA, δD, $\delta D'$. Lorsqu'on a fait dans un même lieu un grand nombre d'observations de beaucoup d'étoiles, l est déterminé par l'ensemble de toutes les observations, et, par

conséquent, est connu avec une grande exactitude. On reporte alors cette valeur de l dans les équations pour chaque série d'étoiles, et on détermine pour chaque groupe les valeurs de δ D, δ D′ et δ A.

La différence des azimuts extrêmes d'une même circompolaire, différence qui peut être déterminée avec une grande précision, donne d'ailleurs, comme nous le verrons plus loin, une équation entre la latitude du lieu et la déclinaison de l'étoile observée. On peut tirer un grand parti de cette équation pour l'élimination de $\delta\ l$, et sa détermination après l'obtention de δ D.

De plus, les observations des étoiles dont on veut déterminer l'ascension droite seront généralement combinées deux à deux d'un grand nombre de manières, de sorte qu'on aura plusieurs relations entre des sommes de différences d'ascensions droites. Ces relations augmenteront la précision des résultats, en ce qu'elles diminueront le nombre des inconnues, sans réduire le nombre des équations.

En reportant dans les équations données par une seule étoile, telles que (4) et (5), les valeurs de la latitude, de l'ascension droite, de la déclinaison et de l'azimut ainsi déterminées, on obtient la valeur de la correction $\delta\varphi$ de l'angle horaire, et par suite l'état de la pendule en cet instant.

On voit donc, par ce qui précède, que des observations azimutales seules pourront donner la latitude, l'heure, le méridien, les déclinaisons et ascensions droites des astres. Nous donnerons plus loin des détails sur leur emploi pour la mesure des longitudes. Mais, comme toutes les autres observations, les mesures de l'azimut sont entachées de quelques erreurs introduites par les imperfections des instruments et par celles des procédés d'observation. Les premières imperfections et quelques-unes des secondes donnent

lieu à des erreurs qui peuvent être calculées. Nous allons, avant de poursuivre l'étude de l'emploi des observations azimutales, entrer dans des détails à ce sujet. Pour cela, nous passerons d'abord en revue les dispositions principales données aux instruments azimutaux, et nous examinerons les divers moyens de corriger les observations des erreurs instrumentales.

DES INSTRUMENTS AZIMUTAUX ET DE LEURS CORRECTIONS.

L'instrument dont on se sert généralement pour les mesures d'azimut est le théodolite, c'est-à-dire, un instrument composé d'un limbe horizontal tournant autour d'un axe vertical et dont une alidade fixe permet de mesurer la rotation. L'axe vertical supporte, en même temps que le limbe, une lunette qui suit le mouvement azimutal de ce dernier et qui tourne en même temps autour d'un axe horizontal de manière à pouvoir pointer à diverses hauteurs. On donne aux théodolites diverses dispositions. Ainsi, il y a des théodolites dont la lunette est excentrique et d'autres où elle est centrée sur le limbe. Ils sont ou non répétiteurs en azimut. Généralement un limbe vertical permet de mesurer l'angle de la lunette avec l'horizon, mais rarement l'instrument est répétiteur dans le sens des hauteurs. Lorsque les théodolites munis d'un limbe horizontal et d'un limbe vertical ont de grandes dimensions, on les désigne sous le nom d'*alt-azimut*.

Erreurs dues à l'inclinaison des axes.

Tous les théodolites sont munis de trois vis à caler, à l'aide desquelles l'axe de l'instrument, qui est en même temps l'axe du cercle azimutal, peut être rendu vertical. Dans tous ces instruments également, l'axe du cercle de hauteur supporte un niveau à l'aide duquel il peut être rendu

horizontal. Mais lorsque la lunette est excentrique, c'est-à-dire quand elle est portée, ainsi que le limbe, à l'une des extrémités de cet axe horizontal, la flexion due au poids très notable de cette lunette et de ce limbe fait que la lunette se meut en réalité dans un plan incliné, lors même que le niveau indiquerait que l'axe serait horizontal. Cette expression : *lors même que l'axe serait horizontal,* demande une explication, car, par suite des flexions, l'axe est une courbe ; aussi doit-on définir l'axe par la ligne droite qui joint les centres des deux sections verticales de l'axe passant par le milieu des coussinets. Si les deux portions de l'axe qui reposent sur les coussinets étaient parfaitement cylindriques et de même diamètre, les deux pattes du niveau feraient exactement connaître si l'axe est horizontal, pourvu que ces deux pattes du niveau pussent reposer au-dessus des coussinets. En général, cette dernière condition n'est pas possible, mais les pattes du niveau reposent tout près des coussinets, ce qui ne peut pas produire d'erreur appréciable, (*a*) à la condition toutefois d'une répartition symétrique de poids sur l'axe, ce qui revient à équilibrer le cercle et la lunette à l'autre extrémité de cet axe. Ordinairement, dans les théodolites excentriques, cette répartition symétrique n'a pas lieu. Les artistes ne s'en préoccupent pas, parce que l'erreur du nivellement qu'il s'agissait d'éviter par là est petite par rapport à l'erreur déjà citée plus haut et résultant de ce que, par la flexion, la lunette se meut dans un plan incliné, lors même que l'axe serait horizontal.

Il résulte des procédés mêmes employés dans la construction des axes que le défaut de cylindricité est peu à craindre.

(*a*) Ceci suppose toutefois que les tourillons ne sont pas coniques et ne font pas un angle entre eux, contrairement à ce qui a lieu généralement. Aussi il importe que les pattes du niveau reposent sur les coussinets autant que possible.

C'est ainsi qu'à la lunette méridienne de l'Observatoire de Paris il n'a pas été possible de reconnaître, par des nivellements faits pour diverses hauteurs de l'instrument, d'erreur appréciable dans la cylindricité des tourillons. En citant cette lunette nous venons d'indiquer le moyen de reconnaître des défauts de cylindricité et de les mesurer même au moyen du niveau. On pourrait donc en tenir compte s'il y avait lieu.

Il n'en est pas de la différence de diamètre des deux tourillons comme de leur cylindricité. On peut dire qu'il est pratiquement impossible d'obtenir des tourillons rigoureusement de même diamètre. Par suite de cela, le niveau qui fait connaître l'inclinaison de certaines arêtes supérieures du tourillon (*a*), celles sur lesquelles reposent ses pattes, ne donne pas l'inclinaison réelle de l'axe. Pour savoir ce qu'était cette inclinaison, il faudrait pouvoir faire un second nivellement en renversant la lunette, de telle sorte que le tourillon de gauche vînt reposer sur le coussinet de droite et inversement. En effet, soit i l'inclinaison des arêtes reposant sur les coussinets, et $i + \varphi$ l'inclinaison des arêtes supérieures dans la position directe donnée par le niveau, cette inclinaison sera $i - \varphi$ dans la position inverse, et elle sera également donnée par le niveau; soient donc i_1 et i_2 les inclinaisons données par le niveau, position directe et position inverse, on aura

$$i + \varphi = i_1 \,, \qquad \text{et } i - \varphi = i_2 .$$

d'où

$$i = \frac{i_1 + i_2}{2} \,, \qquad \varphi = \frac{i_1 - i_2}{2}$$

(*a*) Par la disposition des pattes du niveau et des coussinets, ces arêtes supérieures sont symétriques des arêtes inférieures qui reposent sur les coussinets.

Or $i + \frac{\varphi}{2}$ est l'inclinaison de l'axe, qui est alors égale à $\frac{3\,i_1 - i_2}{4}$

Dans les théodolites excentriques, le renversement de l'axe sur les coussinets n'est pas possible. Le niveau ne peut donc faire connaître que l'inclinaison des arêtes supérieures de l'axe et nullement celle de l'axe lui-même. Cet inconvénient, joint à celui que nous avons déjà signalé, que la lunette se meut par suite de la flexion dans un plan incliné, lors même que l'axe serait horizontal, fait que, dans les théodolites excentriques, le niveau ne peut servir à déterminer l'inclinaison du plan dans lequel se meut la lunette. Or, pour obtenir des observations azimutales précises, cette inclinaison doit être connue avec une grande exactitude, afin de corriger ces observations de l'erreur qu'elle introduit sur l'azimut. Au contraire, en employant les théodolites centrés, dans lesquels la lunette puisse être renversée sur les coussinets et où les poids sont reportés symétriquement sur l'axe, par un équilibrage du cercle de hauteur par un second cercle semblable, il résulte de la symétrie des flexions que la lunette se meut dans un plan perpendiculaire à son axe défini comme précédemment, et que le niveau peut, par les formules précédentes, donner l'inclinaison réelle de cet axe, en même temps qu'au besoin, il fait connaître le défaut de cylindricité des tourillons.

On peut sans doute, sans recourir au niveau, parvenir à éliminer à peu près l'influence de l'inclinaison de l'axe sur les mesures azimutales, que les théodolites soient ou non excentriques, en observant successivement dans la position directe et dans la position inverse de l'instrument, c'est-à-dire par un changement de 180° sur les mesures azimutales. On peut mieux encore déduire l'inclinaison d'observations

de passages par des azimuts donnés d'un même astre observé directement et par réflexion sur un bain de mercure. Mais il résulte de tout cela dans les observations des complications que le temps et les circonstances ne permettent pas toujours. Dans tous les cas, le niveau fournit des vérifications trop précieuses pour y renoncer; et fréquemment on ne possède que lui pour déterminer l'inclinaison de l'axe et éliminer les erreurs qu'elle produit. Il faut donc, autant que possible, rejeter les théodolites excentriques, et n'employer que des théodolites dans lesquels la lunette est centrée. Cette condition doit être regardée comme indispensable lorsqu'on veut une grande précision, et lorsqu'on augmente les dimensions du théodolite pour en faire un alt-azimut.

Dans les petits instruments, le centrage de la lunette présente un grave inconvénient, qui consiste en ce que le limbe azimutal empêche de pointer la lunette à de grandes hauteurs à moins d'allonger beaucoup les supports de cette lunette au-dessus de ce limbe, et de mettre devant l'oculaire un prisme à réflexion totale pour regarder dans le voisinage du zénith. On pourrait encore remédier à cet inconvénient en remplaçant la lunette par un télescope à réflexion muni d'un prisme pour regarder à angle droit avec l'axe du miroir. Alors on viserait par la partie supérieure du tube et on ne serait gêné dans aucune position. On objecte à la vérité au télescope à réflexion de ne pas présenter pour la collimation la même stabilité que la lunette parce qu'un déplacement du prisme interposé entre le miroir et le réticule peut changer cette collimation. Mais il existe un moyen très simple de faire disparaître cette difficulté. Ce moyen consiste à percer le miroir en son centre qui ne sert pas, puisque le prisme empêche les rayons des astres d'y parvenir, et à fixer et mastiquer dans ce trou un petit miroir dont le rayon de courbure soit la distance focale du grand miroir. Ce petit

miroir aura pour effet de réfléchir l'image des fils du réticule au foyer, et la situation de ces fils sera déterminée par la condition que leur image soit cachée par eux. La ligne de collimation sera ainsi déterminée par l'objectif seul sans aucune intervention de la situation du prisme ; et les déplacements du réticule pourront toujours être rectifiés. Il est facile de voir que cette disposition offre de plus l'avantage d'éliminer l'effet de la flexion du tube.

L'inclinaison de l'axe horizontal d'un théodolite varie avec l'azimut de la lunette, si l'axe vertical de l'instrument n'est pas rigoureusement vertical. Les vis de calage permettent de mettre ce dernier axe sensiblement vertical, mais il est difficile d'arriver à la rigueur absolue. D'un autre côté, pendant la durée d'une série d'observations, il importe de s'assurer plusieurs fois de l'état de cet axe, et d'en tenir compte pour les réductions. La manière d'opérer consiste à observer l'inclinaison dans deux plans rectangulaires. Calant le cercle azimutal sur une certaine division, on fait une lecture du du niveau (porté soit par le cercle azimutal, soit par l'axe de la lunette), on décale ensuite le cercle azimutal, qu'on fait tourner de 180°, pour le caler de nouveau, et on fait une nouvelle lecture du niveau. La différence de ces deux lectures égale le double de l'angle de la perpendiculaire à l'axe vertical avec la ligne horizontale dirigée suivant l'azimut où a été faite l'opération, et fait conséquemment connaître l'inclinaison de l'axe dans le sens de cette ligne. On répète les mêmes observations dans un nouvel azimut faisant avec le premier un angle de 90°, et on a de même l'inclinaison de la perpendiculaire à l'axe vertical dans ce nouvel azimut.

Soient alors i l'inclinaison pour la lecture a du limbe horizontal, et i'' l'inclinaison pour la lecture $90 + a$ du même limbe; a_1 la lecture inconnue du limbe horizontal pour la-

quelle l'inclinaison est nulle ; enfin, I l'inclinaison inconnue de l'axe vertical; on aura les deux équations :

$$\text{Sin } i = \sin (a - a_1) \sin \text{I}$$
$$\text{Sin } i' = \sin (90 + a - a_1) \sin \text{I}$$

$$\text{d'où tg } (a - a^1) = \frac{\sin i}{\sin i'}$$

$$\text{Sin I} = \sqrt{\sin^2 i + \sin^2 i'}$$

Connaissant ainsi a_1 et I, on aura l'inclinaison i'' dans un azimut a'' quelconque par l'équation

$$\text{Sin } i'' = \sin (a'' - a_1) \sin \text{I}$$

L'inclinaison de l'axe de la lunette ou axe horizontal de l'instrument est, comme nous l'avons vu, déterminable directement, si l'instrument est centré, au moyen du niveau porté par cet axe. Cette inclinaison, étant déterminée, resterait la même dans tous les azimuts, si l'axe de l'instrument était parfaitement vertical; mais, en général, il n'en est pas ainsi, et il importe alors de noter l'azimut dans lequel on a fait une détermination de l'inclinaison de cet axe. Retranchant alors de l'inclinaison trouvée celle de la perpendiculaire à l'axe vertical de l'instrument dans l'azimut considéré, inclinaison que l'on a par les formules précédentes, on obtient l'angle A formé par l'axe horizontal, et la perpendiculaire à l'axe vertical. Si alors on cale l'instrument dans un nouvel azimut, on aura l'inclinaison de l'axe horizontal dans ce nouvel azimut en joignant à l'angle A l'inclinaison de la perpendiculaire à l'axe vertical fournie par la formule précédente : $\sin i'' = \sin (a - a_1) \sin \text{I}$.

Lorsqu'on veut connaître l'azimut d'un point, on commet une erreur quand l'axe de l'instrument n'est pas horizontal, puisque la lunette ne se meut pas dans un plan vertical; la grandeur de l'erreur commise dépend de la hauteur du point observé. Soient h la hauteur de ce point et i l'inclinaison de l'axe horizontal de l'instrument. Le plan

décrit par la lunette, et qui passe par l'objet considéré, fait alors l'angle i avec la verticale. L'intersection de ce plan et du plan vertical passant par l'objet, avec la sphère céleste détermine deux arcs de grands cercles, et ces deux arcs forment avec l'horizon un triangle sphérique rectangle dont l'un des côtés de l'angle droit est égal à h, et dont l'autre côté de cet angle doit être l'erreur ε cherchée sur l'azimut, l'angle adjacent à ce côté étant égal à $90°— i$. Si h' est la longueur de l'hypothénuse, qui n'est autre que la hauteur donnée par l'instrument, on a

$$\text{tang}\ \varepsilon = \text{tang}\ h' \cos(90° - i) = \text{tang}\ h' \sin i.$$

On peut donc, au moyen de cette formule, corriger les observations azimutales de l'erreur due à l'inclinaison. Cette erreur et l'inclinaison étant deux très petites quantités, on peut sans erreur sensible substituer les arcs aux tangentes et sinus, et il vient

$$\varepsilon = i\ \text{tang}\ h'.$$

Cette formule fait voir que tant que la hauteur de l'astre est inférieure à 45°, l'erreur commise sur l'azimut est moindre que celle que l'on commet sur l'inclinaison, mais quand la hauteur est plus grande que 45°, l'inverse a lieu, puisqu'alors tang h' devient plus grand que l'unité.

Quant au signe de la correction à appliquer aux azimuts observés, il faut remarquer que cette correction sera additive si le tourillon le plus élevé est celui de la droite de l'observateur, et soustractive dans le cas contraire.

Si on différentie la formule

$$\varepsilon = i\ \text{tang}\ h'$$

par rapport à ε et h', il vient

$$\delta\varepsilon = i \sec^2 h'\ \delta h'$$

ce qui prouve qu'une erreur sur h' introduit une erreur sur ε, d'autant plus grande que h' est plus grand. Si nous remarquons que i et $\delta h'$ sont du premier ordre, nous voyons que

$\delta\varepsilon$ est du second ordre, tant que h' est petit, mais quand h' approche de 90°, une erreur sur h' peut introduire sur ε une erreur très appréciable. Les observations azimutales ne doivent donc pas être faites très près du zénith (*a*), parce que les erreurs instrumentales ont alors une trop grande influence. Des observations près du zénith, combinées avec d'autres observations éloignées, peuvent au reste, par cette même raison, être employées à l'étude de ces erreurs instrumentales.

Remarquons en passant que le triangle sphérique qui vient de nous donner l'erreur de l'azimut correspondant à une inclinaison de l'axe, donne encore

$$\text{Sin } h = \sin h' \cos i.$$

formule qui donne la hauteur en fonction de l'arc mesuré sur le limbe vertical de l'instrument.

Erreur de collimation.

Outre l'erreur d'inclinaison, dont nous nous sommes déjà occupés, il existe dans les instruments une autre erreur que l'on appelle *erreur de collimation*, et qui consiste en ce que l'axe optique de la lunette n'est pas perpendiculaire à l'axe horizontal de rotation de cette lunette. Il résulte de cette erreur que l'axe optique de la lunette au lieu de décrire un plan, décrit un cône.

Dans les instruments de grande dimension, pour lesquels la lunette n'est pas excentrique, on détermine la collimation à l'aide des collimateurs. On appelle ainsi une lunette fixe composée d'un objectif et d'un réticule formé de deux fils croisés placés à son foyer principal et éclairés par derrière. Les rayons émanés de ces fils sortent de l'objectif parallèles entre eux et à l'axe optique du collimateur, de

(*a*) Nous verrons toutefois plus tard le moyen d'employer les observations voisines à la fois du zénith et du méridien.

sorte que, si on vise avec la lunette de l'instrument dans cette direction, on obtient, dans cette lunette, une image des fils du collimateur, qui se forme au foyer exactement comme si ces fils étaient placés à l'infini. Quand on amène l'image de la croisée des fils collimateurs, sous celle des fils de la lunette d'observation, on est sûr alors que l'axe optique de la lunette d'observation est, sinon dans le prolongement de l'axe optique du collimateur, du moins parallèle à cet axe.

Pour obtenir la collimation avec un collimateur, on opère de la manière suivante :

On pointe d'abord la lunette de l'alt-azimut sur le collimateur, qui est à peu près horizontal, et que, pour fixer les idées, nous supposerons au nord. Le pointé étant fait avec soin, ont lit la division correspondante du limbe azimutal, puis on fait tourner la lunette autour de son axe horizontal, de manière que l'objectif qui était au nord se trouve au sud; on décale ensuite le cercle azimutal et on fait tourner l'instrument autour de son axe vertical, jusqu'à ce que l'on ait ramené l'axe optique de la lunette sur le collimateur. Cette rotation de l'instrument devra être exactement de 180° si la collimation est nulle, mais s'il existe une collimation, la rotation sera de 180° plus ou moins le double de l'angle de collimation, et cette rotation, connue par une seconde lecture du limbe azimutal, fera, par conséquent, connaître la collimation.

Dans cette manière d'opérer, il est facile de voir que, si la graduation du limbe azimutal est exacte, on aura exactement la collimation quelle que soit l'excentricité de ce limbe, pourvu que les lectures qui donnent la rotation soient faites à la fois par deux verniers ou deux microscopes opposés.

Mais si la graduation n'est pas exacte, on aura une erreur sur la collimation. On pourra faire disparaître cette erreur

si l'instrument est répétiteur, en employant successivement les diverses parties du limbe, mais alors une détermination de la collimation sera une opération longue, puisque cela revient à la déterminer plusieurs fois; et il y a conséquemment avantage à se servir de deux collimateurs opposés.

Pour faire comprendre cette nouvelle méthode, nous ferons remarquer que, si l'on a deux collimateurs opposés, et si l'on munit l'un d'eux momentanément d'un oculaire, on apercevra à la fois dans le champ ses fils et celui du collimateur opposé. On pourra donc pointer ce collimateur sur l'autre, de sorte que les deux axes optiques des collimateurs soient parallèles; après quoi on enlèvera l'oculaire du collimateur et on rétablira l'éclairage.

Il faut toutefois remarquer que, si on place ainsi deux collimateurs opposés des deux côtés de l'alt-azimut, par exemple l'un au nord et l'autre au sud, l'opération du pointé dont nous venons de parler présentera une difficulté résultant de ce que la lunette de l'alt-azimut se trouvera sur le trajet des rayons allant de l'un des collimateurs à l'autre. Pour lever cette difficulté, on perce le tube de la lunette de l'alt-azimut dans un sens perpendiculaire à l'axe optique et à l'axe de rotation de cette lunette, et alors, pour pointer les deux collimateurs l'un sur l'autre, il suffit de mettre la lunette de l'alt-azimut dans une situation verticale, et d'ouvrir le tube de cette lunette.

Les deux collimateurs étant pointés l'un sur l'autre, on a la collimation de l'instrument avec la plus grande facilité. Il suffit pour cela de pointer la lunette de l'alt-azimut sur le collimateur nord, par exemple, puis de faire tourner cette lunette autour de son axe horizontal, de manière à porter son objectif au sud. Alors, si la collimation est nulle, la lunette doit se trouver pointée sur le collimateur sud; s'il en est autrement, la quantité dont il faut faire tourner l'instru-

ment pour qu'il en soit ainsi, fait connaitre le double de la collimation, et le sens de la rotation, le signe de cette erreur.

Dans cette seconde manière d'opérer, les erreurs de graduation ne sont pas tant à craindre que dans la première, puisque les erreurs sur les arcs de 180° sont éliminées, et puisque la quantité de la rotation qui est très petite se trouve aisément mesurée d'ailleurs par les microscopes, abstraction faite de la graduation de l'instrument.

Nous ferons remarquer, que d'après ce qui précède, la combinaison de l'emploi d'un seul ou de deux collimateurs, peut être employée à l'étude des erreurs de graduation du cercle azimutal pour les arcs de 180 degrés.

Nous avons vu précédemment qu'il était utile, pour la détermination de la différence de diamètre des tourillons de l'axe horizontal de la lunette, que cet axe pût être renversé, c'est-à-dire que l'on pût placer le tourillon de droite sur le coussinet de gauche et inversement. Lorsque l'instrument est ainsi disposé, on peut utiliser aussi le renversement pour la détermination de la collimation, à l'aide d'un seul collimateur. Supposons en effet que la lunette soit pointée sur ce collimateur, l'instrument étant parfaitement calé. Si la collimation est nulle après le retournement de l'axe, la lunette sera encore pointée sur le collimateur, mais s'il y a collimation, il faudra faire tourner le limbe azimutal du double de la collimation pour rétablir ce pointé.

Ce procédé est toutefois moins bon que celui des deux collimateurs, parce que, dans l'opération de retournement, le poids des appareils peut donner lieu à des accidents et à un changement de la collimation. Il est donc toujours bon que les grands instruments soient munis de deux collimateurs.

Quant on détermine la collimation par retournement de l'axe horizontal, on peut se passer de collimateurs et faire

usage d'une mire éloignée. C'est de cette manière que l'on détermine la collimation pour les petits théodolites à lunette centrée. Il faut pour cela que la lunette soit, aussi exactement que possible, au milieu de l'axe horizontal. C'est ce qui a lieu généralement par construction avec une précision suffisante. Pour les lunettes d'un fort pouvoir amplifiant, c'est-à-dire pour les grands instruments, les oscillations dues à l'atmosphère réduisent considérablement la précision de la mesure, ce qui rend les collimateurs nécessaires.

Avec les théodolites excentriques, on ne peut pas déterminer la collimation par l'emploi d'un collimateur. Pour l'obtenir, il faut déterminer l'écart des deux positions de la lunette lorsqu'elle est à gauche ou à droite du limbe, dans deux situations parallèles, et on place à une grande distance deux mires, à un éloignement l'une de l'autre égal à l'écart de ces deux positions de la lunette, de telle sorte que la ligne qui joint ces deux mires soit perpendiculaire à celle qui joindrait le centre du théodolite au milieu de l'intervalle des deux mires. La lunette du théodolite étant à gauche du limbe, on pointe sur la mire de gauche et on cale le limbe azimutal. On fait ensuite tourner la lunette autour de son axe horizontal, de manière que son objectif s'il était au nord, par exemple, se trouve au sud, puis on décale et on vise à la mire de droite. S'il n'y a pas de collimation, le limbe doit tourner exactement de 180° degrés pour ce second pointé, autrement, il tourne de 180°, plus ou moins le double de la collimation suivant le sens de cette erreur.

On pourrait également n'employer qu'une seule mire, mais il faudrait alors exactement connaître la distance de cette mire au centre de l'instrument. On déduirait alors de là l'angle A sous-tendu à la mire par les deux positions de la lunette à gauche et à droite du limbe. En visant alors à la mire, lunette à droite et lunette à gauche, on fera les

lectures azimutales correspondantes, ce qui fera connaître la quantité de rotation. Or, la lunette ayant dû tourner de $180° \pm A \pm$ le double de la collimation (les signes dépendant du sens de la rotation, de la graduation de l'instrument et de la collimation), on connaîtra la collimation puisqu'on connaît A.

Lorsqu'on possède deux collimateurs opposés pointés l'un sur l'autre, on peut également s'en servir pour déterminer la collimation des théodolites excentriques. Il suffit pour cela, après avoir calé convenablement le cercle azimutal, de faire tourner la lunette autour de son axe horizontal pour pointer sur ces deux collimateurs.

Lorsque la collimation est connue, il est facile de calculer l'erreur qu'elle peut introduire sur les mesures azimutales.

En effet, par le centre de l'instrument, menons un plan vertical M perpendiculaire à l'axe horizontal de la lunette, et par la verticale et l'axe optique de la lunette, menons un second plan vertical N. Ces deux plans couperont la sphère céleste suivant deux arcs de grand cercle verticaux qui intercepteront sur l'horizon un arc δa, qui est la mesure de l'erreur introduite sur l'azimut par la collimation de l'instrument. Par l'axe optique de l'instrument, menons un plan perpendiculaire au plan M; l'arc de cercle intercepté sur la sphère céleste par ce troisième plan, entre les deux plans précédents, est précisément égal à la collimation c, de sorte que si, du point où l'axe optique perce la sphère céleste, on abaisse une perpendiculaire sur le plan M, la longueur de cette perpendiculaire sera égale à $\sin c$. Cette perpendiculaire à M est d'ailleurs horizontale, puisque M est vertical. Par cette perpendiculaire menons donc un plan horizontal, l'intersection de ce plan par la sphère céleste sera un arc de petit cercle, dont le rayon sera égal au cosinus de

l'angle de l'axe optique de la lunette avec l'horizon, ou au cosinus de la hauteur apparente de l'astre, hauteur que nous appellerons h.

Or, le triangle rectangle formé par l'intersection du plan de ce petit cercle, par les plans M et N d'une part, et par la perpendiculaire $\sin c$ abaissée de l'extrémité de l'axe optique sur M, est semblable au triangle rectangle formé par l'intersection de M et N par l'horizon et par la perpendiculaire $\sin \delta a$ abaissée sur M du point où l'intersection de N par l'horizon coupe la sphère céleste.

On aura donc la proportion :

$$\sin \delta a : \sin c :: 1 : \cos h.$$

D'où,

$$\sin \delta a = \sin c \sec h.$$

c ou la collimation étant un très petit arc, on peut remplacer le sinus par l'arc. Il en est de même de δa, excepté dans le voisinage du zénith.

On peut donc poser sans erreur sensible,

$$\delta a = c \sec h,$$

formule de correction très simple.

La correction δa à joindre à l'azimut sera positive quand la collimation portera l'axe optique vers la gauche de l'observateur et négative dans le cas contraire.

Dans le voisinage du zénith, l'erreur sur la collimation peut introduire une erreur considérable sur l'azimut, comme on le voit par la formule. Il semble donc qu'on doit proscrire les observations près du zénith, autrement que pour l'étude même des corrections de l'instrument, mais nous verrons plus loin le moyen d'employer les observations voisines à la fois du zénith et du méridien.

Tant que h est loin de 90°, une erreur sur h n'introduit qu'une erreur du second ordre sur δa; on a en effet en différentiant la formule,

$$\delta a = c \sec h,$$

par rapport à h,

$$\delta.\ \delta a = c \sec h \tan h\ \delta h$$

expression dans laquelle le second membre est du second ordre, tant que le produit sec h tang h n'est pas très grand, puisque c et δh sont très petits.

Dans la taille de l'objectif d'une lunette, on peut disposer de quatre surfaces et les conditions de l'achromatisme laissent indéterminé un des rayons de courbure. M. Porro a eu l'ingénieuse idée de mettre cette propriété à profit pour éliminer la flexion des lunettes et faire dépendre la situation du réticule de la position de l'objectif. Ce procédé consiste à donner pour rayon de courbure à l'une des surfaces la longueur focale de l'objectif, de sorte que les fils du réticule se réfléchissent dans cette surface et viennent former leur image dans le plan focal. Il existe alors une position du réticule qui ne dépend que de l'objectif et dans laquelle les fils coïncident avec leur image. Cette disposition très importante pour éliminer la flexion ne suffit pas à assurer la constance de la collimation, puisque tout déplacement de l'objectif sur la sphère ayant pour centre le milieu du réticule n'empêche pas la réflexion de la croisée des fils sur elle-même; seulement, avec la disposition prise par M. Porro, la ligne de collimation ne dépend plus que de l'objectif, puisqu'elle n'est autre que la ligne qui joint le centre optique de l'objectif au centre de courbure de l'une de ses surfaces. On peut profiter de cela pour s'assurer si la collimation reste constante pour les diverses inclinaisons de l'instrument, à l'aide de la disposition suivante :

Sur un point du contour de l'objectif serait une petite surface plane perpendiculaire à l'axe optique, et argentée électro-chimiquement de façon à former miroir suivant les procédés de MM. Steinheil et Foucault. Ce petit miroir m recevrait et renverrait un faisceau de rayons parallèles pro-

venant originairement d'un collimateur C horizontal placé suivant la direction de l'axe de la lunette, et tournés vers *m* à angle droit par un prisme à réflexion totale. Ce prisme serait placé dans l'axe de rotation de la lunette qui serait creux et il tournerait avec cet axe. Le collimateur C, au contraire, dirigé suivant cet axe de rotation en serait indépendant. On voit alors qu'après avoir donné au prisme la position convenable (son angle pouvant d'ailleurs n'être pas exactement droit et le petit miroir n'être pas rigoureusement perpendiculaire à l'axe optique), les rayons émanés des fils du collimateur C donneront, après avoir été rendus parallèles par l'objectif de ce collimateur et s'être refléchis une première fois dans le prisme, puis sur le petit miroir *m* de l'objectif et une seconde fois dans le prisme, une image qui après avoir été amenée à coïncider avec ces fils devra continuer de coïncider pour toutes les inclinaisons de la lunette si la collimation est constante. Ceci n'est exact toutefois qu'à la condition que la surface réfléchissante du prisme fasse pendant son mouvement de rotation un angle constant avec l'axe optique du collimateur C. Pour s'assurer qu'il en est ainsi, le prisme portera sur la surface dirigée vers le collimateur un miroir percé d'un trou par lequel passeront les rayons se rendant à l'objectif et revenant de ce dernier au collimateur. Ce miroir sera assujetti sur le prisme de manière à être perpendiculaire à l'axe optique du collimateur C. Alors les fils de ce collimateur se réfléchiront sur eux-mêmes à l'aide de ce miroir par le contour de l'objectif du collimateur, en même temps que d'ailleurs par le centre de ce même collimateur et par le prisme et le miroir de l'objectif de la lunette ils formeront également leur image, comme nous l'avons dit précédemment. Dans la rotation un déplacement du prisme se manifestera par un déplacement de l'image des fils due au miroir percé,

et il sera facile soit de rectifier la position de ce prisme, soit de tenir compte de sa variation.

Au lieu de faire réfléchir les fils de la lunette de l'instrument sur l'une des surfaces de l'objectif, comme l'a proposé M. Porro, on peut également les faire réfléchir sur l'anneau qui maintient l'objectif, pourvu que la surface intérieure de cet anneau appartienne à une surface sphérique ayant pour rayon de courbure la distance focale de l'objectif. Pour éviter d'ailleurs les difficultés d'exécution, l'objectif pourrait être plus ou moins éloigné dans cet anneau et fixé au point où son foyer coïnciderait avec le centre de courbure de la surface interne de l'anneau. Par là on éviterait la difficulté de donner à l'une des courbures de l'objectif exactement la distance focale.

La réflexion des fils sur eux-mêmes par l'objectif, offre l'avantage de pouvoir changer à volonté de réticule sans changer la collimation; on peut donc employer des fils de grosseur variable, suivant les grossissements que l'on emploie, sans pour cela déterminer chaque fois la collimation.

Le collimateur C dont nous venons de parler est avantageux non seulement pour s'assurer de la constance de la collimation, mais encore pour augmenter la précision de la détermination de cette erreur lorsqu'on vise aux deux collimateur opposés; son axe optique définissant l'axe de rotation de la lunette. Nous reviendrons plus loin sur ce sujet.

De l'aberration diurne.

Outre les erreurs dues aux instruments, il y a encore une autre cause d'erreur sur les observations azimutales. Cette erreur provient du mouvement diurne de la terre combiné avec le mouvement de la lumière, et porte le nom d'aberration diurne.

Par suite de la révolution de la terre sur elle-même, le mouvement d'un point de la surface de la terre est dirigé de l'ouest à l'est, et si ν désigne la vitesse d'un point de l'équateur, $\nu \cos l$ est la vitesse sous le parallèle dont la latitude est l (en regardant la terre comme exactement sphérique, ce qui n'a pas d'inconvénient, vu la petitesse des corrections provenant de l'aberration diurne).

Pour un astre situé dans le méridien d'un point du globe, la direction des rayons lumineux est perpendiculaire au mouvement de ce point, et par conséquent, les deux mouvements du globe et de la lumière se combinent de manière que l'astre paraît un peu à l'est du méridien, sans que sa hauteur soit aucunement altérée. L'angle entre la direction apparente de l'astre et le plan du méridien est d'ailleurs le même, quelle que soit la hauteur de l'astre. L'effet de l'aberration diurne est alors exactement semblable à celui que produirait une petite collimation de l'instrument précisément égale à la déviation due à cette aberration.

Lorsque l'astre est dans un plan vertical autre que le méridien, on peut décomposer le mouvement de la terre en deux autres, l'un perpendiculaire à ce plan vertical, l'autre situé dans ce plan. La composante perpendiculaire au plan vertical ne peut influer sur la hauteur de l'astre, dont elle est d'ailleurs indépendante, mais elle détermine la déviation apparente de l'astre hors du plan vertical qui le renferme. L'autre composante, au contraire, influe sur la hauteur et ne modifie pas la déviation apparente de l'astre hors du plan qui le contient. Cette dernière conclusion n'est toutefois pas tout à fait rigoureuse, parce que la seconde composante modifie la vitesse relative du rayon lumineux et du point d'observation, mais cette modification est tellement petite, par rapport à la vitesse de la lumière, qu'on peut la négliger et regarder les deux composantes du mouvement diurne comme agissant indépendamment l'une de l'autre.

Ainsi donc, quel que soit le plan dans lequel on observe, l'aberration diurne influe sur les mesures azimutales comme le ferait une petite collimation de l'instrument, mais la valeur de la collimation qui produirait le même effet que l'aberration diurne, varie avec l'azimut dans lequel on observe. Soit a cet azimut, compté du nord en passant par l'ouest, le mouvement $\nu \cos l$ de la surface terrestre se décompose en deux autres, l'un $\nu \cos l \cos a$ perpendiculaire au plan vertical d'azimut a, l'autre $\nu \cos l \sin a$ situé dans ce plan et horizontal.

C'est à la première composante qu'est due la déviation de l'image hors du plan vertical, et si V désigne la vitesse de la lumière et k cette déviation, on a $\nu \cos l \cos a = \mathrm{V} \operatorname{tg} k$.

Mais k étant très petit, on peut substituer l'arc à la tangente et il vient pour la déviation.

$$k = \frac{\nu}{\mathrm{V} \sin 1''} \cos l \cos a$$

$\frac{\nu}{\mathrm{V} \sin 1''}$ est la constante de l'aberration diurne, elle est égale à o", 31. On a donc

$$k = 0'',31 \cos l \cos a$$

Les valeurs positives de k indiquant une déviation diminuant l'azimut, et les valeurs négatives une déviation augmentant l'azimut.

La correction correspondante sur l'azimut sera donc par la même formule que celle qui provient de la collimation

$$\delta a = 0'',31 \cos l \cos a \sec h$$

Bien que nous nous occupions ici spécialement des azimuts, nous donnerons cependant l'expression de l'erreur que l'aberration diurne peut introduire sur la hauteur d'un astre.

Si on décompose la composante horizontale $\nu \cos l \sin a$ du mouvement de la terre dans le plan vertical dont l'azi-

mut est a, en deux autres composantes, l'une dirigée suivant le rayon visuel venant de l'astre de hauteur h, l'autre perpendiculairement à ce rayon visuel, la seconde composante modifiera seule la hauteur de l'astre (en négligeant, vu sa petitesse, l'influence de la première composante sur le mouvement relatif du rayon lumineux et du point d'observation). Or, cette seconde composante a pour expression $\nu \cos l \sin a \sin h$.

On aura donc

$$V tg \delta h = \nu \cos l \sin a \sin h,$$

ou en remplaçant la tangente par l'arc

$$\delta h = 0'', 31 \cos l \sin a \sin h.$$

Les corrections de l'aberration diurne sur l'azimut se calculant comme celles de la collimation, on corrige ces deux erreurs à la fois.

Outre l'aberration diurne, il y a aussi l'aberration annuelle, qui provient du mouvement de translation de la terre autour du soleil.

Cette dernière erreur étant la même pour tous les points du globe à la fois, n'a plus besoin d'être corrigée en chaque lieu séparément comme l'aberration diurne et se reporte conséquemment sur les tables astronomiques, qui alors donnent les positions apparentes des astres au lieu des positions vraies. Cette erreur ne vient donc pas se mêler aux erreurs instrumentales comme l'aberration diurne, et nous n'avons pas à nous en occuper dans ce travail.

Détermination du méridien par les azimuts extrêmes des circompolaires.

Bien que, comme nous l'avons fait voir antérieurement, on puisse déduire la direction du méridien de l'ensemble des observations faites en vue d'avoir la latitude, les coordonnées astronomiques et l'heure, il y a cependant avantage

à la déduire d'observations d'azimuts extrêmes d'une même circompolaire.

L'observation d'une circompolaire à ses azimuts extrêmes est, en effet, une opération de pointé, et non une observation de passage. Elle est donc susceptible d'une très grande précision. L'astre paraît s'élever ou s'abaisser suivant la verticale, et, pendant un instant, ne change pas sensiblement d'azimut. Il suit donc le fil vertical de la lunette et le pointé se fait avec la plus grande facilité.

Si l'instrument était parfaitement réglé, il suffirait donc d'observer une circompolaire à ses deux azimuts extrêmes, et la moyenne des deux lectures azimutales serait la lecture correspondant au méridien astronomique. Il faudrait toutefois tenir compte du petit changement de déclinaison de l'étoile considérée pendant le temps nécessaire pour passer de l'un de ses azimuts extrêmes à l'autre. Ce petit changement est donné par les tables, et est tellement petit que l'on peut le regarder presque comme négligeable. On l'éliminerait d'ailleurs en observant trois azimuts extrêmes consécutifs et prenant la moyenne des deux lectures faites du même côté du méridien; alors la moyenne de cette moyenne et de la lecture faite de l'autre côté du méridien serait la lecture correspondant au méridien astronomique.

Mais les instruments ne sont jamais rigoureusement réglés; d'un autre côté les pointés ne sont pas toujours faits à l'instant précis de l'azimut extrême. Nous allons donc d'abord déterminer l'influence que peut produire sur la lecture azitale une erreur sur l'instant de l'azimut extrême.

La formule générale qui donne l'azimut en fonction de l'angle horaire est, comme nous l'avons déjà vu,

$$\sin l \cos \varphi = \operatorname{tg} D \cos l - \sin \varphi \cot a.$$

Supposons que l'angle horaire φ devienne $\varphi + \delta\varphi$, l'azimut a deviendra $a + \delta a$ et le rapport de δa à $\delta\varphi$ se déduira de

la combinaison de l'équation précédente et de la suivante :

$$\sin l \cos(\varphi+\delta\varphi) = \operatorname{tg} D \cos l - \sin(\varphi+\delta\varphi) \cot(a+\delta a),$$

ou en développant

$$\sin l \cos\varphi \cos\delta\varphi - \sin l \sin\varphi \sin\delta\varphi$$
$$= \operatorname{tg} D \cos l - \left(\sin\varphi\cos\delta\varphi + \sin\delta\varphi\cos\varphi\right)\frac{1-\operatorname{tg} a \operatorname{tg}\delta a}{\operatorname{tg} a + \operatorname{tg}\delta a}$$

Or, si on néglige les puissances de $\delta\varphi$ supérieures à la quatrième, on peut poser

$$\sin\delta\varphi = \delta\varphi - \frac{\delta\varphi^3}{6};\ \cos\delta\varphi = 1 - \frac{\delta\varphi^2}{2} + \frac{\delta\varphi^4}{24}.$$

En faisant ces substitutions, réduisant, et ayant égard à l'équation

$$\sin l \cos\varphi = \operatorname{tg} D \cos l - \sin\varphi \cot a$$

ou

$$\sin l \cos\varphi \operatorname{tg} a = \operatorname{tg} D \cos l \operatorname{tg} a - \sin\varphi,$$

il vient

$$(A) \Big[\sin l \cos\varphi - \operatorname{tg} D \cos l - \sin\varphi \operatorname{tg} a - (\sin l \sin\varphi$$
$$+ \cos\varphi \operatorname{tg} a)\,\delta\varphi - \frac{1}{2}\left(\sin l \cos\varphi - \sin\varphi \operatorname{tg} a\right)\delta\varphi^2$$
$$+ \frac{1}{6}\left(\sin l \sin\varphi + \cos\varphi \operatorname{tg} a\right)\delta\varphi^3$$
$$+ \frac{1}{24}\left(\sin l \cos\varphi - \sin\varphi \operatorname{tg} a\right)\delta\varphi^4\Big] \operatorname{tg}\delta a =$$
$$(\sin l \sin\varphi \operatorname{tg} a - \cos\varphi)\,\delta\varphi + \frac{1}{2}\left(\sin l \cos\varphi \operatorname{tg} a + \sin\varphi\right)\delta\varphi^2$$
$$+ \frac{1}{6}\left(\cos\varphi - \sin l \sin\varphi \operatorname{tg} a\right)\delta\varphi^3 - \frac{1}{24}\left(\sin l \cos\varphi \operatorname{tg} a\right.$$
$$\left.+ \sin\varphi\right)\delta\varphi^4$$

Or, quand l'azimut est maximum, il faut que l'on ait

$$\frac{da}{d\varphi} = o$$

En différentiant, par rapport à a et φ, l'équation

$$\sin l \cos \varphi = \operatorname{tg} D \cos l - \sin \varphi \cot a$$

on a

$$\frac{da}{d\varphi} = \frac{\cos \varphi - \sin l \sin \varphi \operatorname{tg} a}{\sin \varphi \sin a \cos a}$$

expression qui ne peut devenir égale à zéro que si le numérateur est égal à o. On a donc à l'azimut extrême

$$\cos \varphi - \sin l \sin \varphi \operatorname{tg} a = o$$

A l'azimut extrême les cofficients de $\delta\varphi$ et de $\delta\varphi^3$ de l'équation (A) disparaissent donc, et l'on voit que $\operatorname{tg} \delta a$ est du second ordre.

La série qui représente l'arc en fonction de la tangente nous donne

$$\delta a = \operatorname{tg} \delta a - \frac{1}{3} \operatorname{tg}^3 \delta a + \ldots$$

Or, $\operatorname{tg} \delta a$ étant du second ordre en $\delta\varphi$, on peut, aux quantités près du sixième ordre en $\delta\varphi$, poser $\delta a = \operatorname{tg} \delta a$ dans l'équation (A).

En négligeant les puissances de $\delta\varphi$ supérieures à la quatrième, et, en remarquant que

$$\sin l \cos \varphi \operatorname{tg} a + \sin \varphi = \operatorname{tg} D \cos l \operatorname{tg} a,$$

et que $$\operatorname{tg} a = \frac{\sin \varphi}{\operatorname{tg} D \cos l - \sin l \cos \varphi},$$

l'équation (A) devient donc

$$(B) \qquad \delta a = \operatorname{tg} D \cos l \sin \varphi \left(\frac{1}{2}\delta\varphi^2 - \frac{1}{24}\delta\varphi^4\right)$$
$$\Big[- (\operatorname{tg} D \cos l - \sin l \cos \varphi)^2 - \sin^2 \varphi$$
$$- \cos l \sin \varphi (\operatorname{tg} D \sin l + \cos l \cos \varphi)\, \delta\varphi$$
$$- \frac{1}{2}\Big(\operatorname{tg} D \cos l \sin l \cos \varphi$$
$$- \sin^2 l \cos^2 \varphi - \sin^2 \varphi\Big)\delta\varphi^2\Big]^{-1}.$$

Or, de l'équation

$$\cos\varphi - \sin l \sin\varphi \operatorname{tg} a = o$$

qui a lieu à l'azimut extrême, on tire, en mettant pour tg a sa valeur

$$\sin l = \operatorname{tg} D \cos l \cos\varphi$$

ou

$$\operatorname{tg} l = \operatorname{tg} D \cos\varphi.$$

Pour réduire l'équation (B), nous aurons égard à cette équation, et nous remarquerons que

$$\begin{aligned} &-(\operatorname{tg} D \cos l - \sin l \cos\varphi)^2 - \sin^2\varphi \\ &= -(\operatorname{tg}^2 D \cos^2 l + 2\sin^2 l - \sin^2 l \cos^2\varphi - \sin^2\varphi \\ &= -\operatorname{tg}^2 D \cos^2 l + \sin^2 l - \sin^2\varphi \cos^2 l \\ &= -\operatorname{tg}^2 D \cos^2 l + \operatorname{tg}^2 D \cos^2 l \cos^2\varphi - \sin^2\varphi \cos^2 l \\ &= -\sin^2\varphi \cos^2 l \sec^2 D; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} D \sin l + \cos l \cos\varphi &= \operatorname{tg}^2 D \cos l \cos\varphi + \cos l \cos\varphi \\ &= \cos l \cos\varphi \sec^2 D; \end{aligned}$$

$$\operatorname{tg} D \cos l \sin l \cos\varphi - \sin^2 l \cos^2\varphi - \sin^2\varphi = -\sin^2\varphi \cos^2 l;$$

d'où

$$\delta a = \operatorname{tg} D \cos l \sin\varphi \left(\frac{1}{2}\delta\varphi^2 - \frac{1}{24}\delta\varphi^4\right)$$

$$\left[-\sin^2\varphi \cos^2 l \sec^2 D - \cos^2 l \sin\varphi \cos\varphi \sec^2 D\,\delta\varphi + \frac{1}{2}\sin^2\varphi \cos^2 l\,\delta\varphi^2\right]^{-1},$$

ou, en négligeant les puissances de $\delta\varphi$ supérieures à la quatrième et remplaçant δa par $\delta a \sin 1''$ et $\delta\varphi$ par $\delta\varphi \sin 1''$, pour que δa soit exprimé en secondes,

$$\text{(C)} \quad \delta a = \frac{1}{2}\frac{\sin D \cos D}{\cos l \sin\varphi}\left[-\delta\varphi^2 \sin 1'' + \cot\varphi\,\delta\varphi^3 \sin^2 1'' + \left(\frac{1}{12} - \frac{1}{2}\cos^2 D - \cot^2\varphi\right)\delta\varphi^4 \sin^3 1''\right].$$

Dans cette formule, l'angle φ est l'angle horaire correspondant à l'azimut extrême; il se déduit de l'équation

$$\operatorname{tg} l = \operatorname{tg} D \cos \varphi.$$

L'angle φ diffère peu de l'angle droit pour les circompolaires voisines du pôle (excepté dans les latitudes très élevées, près du pôle lui-même), cot φ est donc une petite fraction, ainsi que cos D. On voit donc que les coefficients des puissances de $\delta\varphi$ diminuent rapidement à partir de la seconde.

Dans les latitudes basses et moyennes, le coefficient de $\delta\varphi^2$ est lui-même une petite fraction; une erreur sur l'instant de l'observation, n'introduit donc qu'une erreur très faible sur l'azimut, et pourvu que l'on ait la déclinaison et la latitude approchées, on peut répéter les observations dans le voisinage de l'azimut extrême et les ramener à ce qu'elles auraient été à cet azimut par la formule de correction que nous venons de donner.

Pour se rendre compte des erreurs que l'on peut commettre ainsi, nous allons en présenter une application numérique au cas de la latitude de Paris et d'une étoile, telle que la polaire, distante de un degré et demi du pôle.

Dans le cas de la latitude de Paris et d'une étoile telle que la polaire distante d'un degré et demi du pôle, le premier terme, ou terme en $\delta\varphi^2$ de l'équation (C), donnerait pour une erreur de 20 secondes de temps sur l'instant de l'azimut extrême, une correction de $0'',0087$, ou moins d'un centième de seconde d'arc sur la lecture azimutale; les termes en $\delta\varphi^3$ et $\delta\varphi^4$ ne donnent pas de correction appréciable. Pour une minute d'erreur sur le temps la correction due au terme en $\delta\varphi^2$ est de $0'',078$. Pour 10^m d'erreur, les termes supérieurs ne donnent encore presque rien : le terme en $\delta\varphi^3$ fournit une correction de 0,01 et le terme en $\delta\varphi^4$ de 0,001; le terme en $\delta\varphi^2$ donne alors $7'',81$; de sorte que la correction totale, pour 10^m d'erreur sur l'instant de l'azimut extrême est $7'',80$.

Pour une étoile à $10°$ du pôle, il faudrait encore une

erreur de plus de 8^s sur l'instant de l'azimut extrême pour faire une erreur de $0'',01$ sur l'azimut. Une erreur de 1^m donnerait une correction de $0'',52$, les termes en $\delta\varphi^3$ et $\delta\varphi^4$ ne donnent encore rien d'appréciable. Pour 10^m d'erreur, le terme en $\delta\varphi^3$ ne donnerait encore que $0'',468$ et le terme en $\delta\varphi^4$ 0,0026, le terme en $\delta\varphi^2$ donnerait alors $52'',084$.

Pour une étoile à 40° du pôle, une erreur d'une minute donnerait pour le terme en $\delta\varphi^3$, $0'',077$ et pour le terme en $\delta\varphi^4$, $0'',0012$; le terme en $\delta\varphi^2$ serait $5'',227$, de sorte que la correction totale deviendrait en ayant égard aux signes $-5'',162$.

Les erreurs que nous venons de trouver seraient encore moindres dans des latitudes inférieures à celle de Paris. Dans les basses et moyennes latitudes, on voit donc qu'il est inutile de s'occuper du terme en $\delta\varphi^4$, à moins que l'étoile ne soit très loin du pôle ou que l'observation n'ait eu lieu à une grande distance de l'azimut extrême.

En se limitant à des étoiles distantes seulement de 3 à 4 degrés du pôle, et en faisant les observations dans des limites comprises entre 3 à 4 minutes avant et après l'instant de l'azimut extrême, on peut ramener les observations à l'instant même de cet azimut extrême à un centième de seconde d'arc près, en appliquant une correction inverse de l'erreur δa et donnée par l'expression

$$\frac{1}{2}\,\frac{\sin D \cos D}{\cos l \sin \varphi} \sin 1''\delta\varphi^2.$$

A mesure que l'on se rapproche du pôle, il faut prendre des circompolaires de plus en plus voisines de ce point pour conserver à la formule de correction le même degré d'exactitude, sans employer les termes supérieurs.

Dans nos latitudes et au-dessous, on peut pour la polaire, étoile observable de jour et de nuit, négliger les termes contenant les puissances de $\delta\varphi$ supérieures à la seconde,

pendant 10 minutes avant et après l'instant de l'azimut extrême.

Dans les quelques conclusions qui précèdent, nous supposons l'instant de l'azimut extrême connu, de sorte que la différence $\delta\varphi$ d'angle horaire (en arc), entre cet instant et celui de l'observation, est exactement connue. Or, l'instant de l'azimut extrême est connu exactement si on connaît la déclinaison de l'astre, la latitude et l'heure. Dans le cas contraire, si ces éléments ne sont eux-mêmes qu'approximatifs, on ne connaît qu'approximativement l'instant de l'azimut extrême et par suite $\delta\varphi$, de là une cause d'erreur sur la correction appliquée pour ramener les observations à ce qu'elles auraient été à l'instant de l'azimut extrême exact.

Or, la déclinaison de l'astre, la latitude et l'heure sont ou au moins peuvent toujours être connues assez approximativement pour que l'erreur sur $\delta\varphi$ ne dépasse pas quelques secondes de temps, 5 à 6 au plus dans le cas où on n'aurait qu'une mauvaise pendule.

Il résulte de ce qui précède que, si les observations ont été faites à l'instant de l'azimut extrême, à cette limite d'erreur près, l'erreur correspondante sur l'azimut observé sera négligeable pour les circompolaires voisines de plus de de 10 degrés du pôle dans les latitudes basses et moyennes. Pour la polaire une erreur de 20 secondes ne donnerait encore aucune erreur sensible sur l'azimut observé comme nous l'avons déjà vu.

Ainsi faites, les observations des azimuts extrêmes des circompolaires voisines du pôle ne seront donc entachées que des erreurs de pointé et des erreurs instrumentales. Ces dernières, qui sont les erreurs d'inclinaison des axes et l'erreur de collimation à laquelle se joint l'aberration diurne, pourront, d'ailleurs, être corrigées par les formules que

nous avons données précédemment. Il ne restera donc que les erreurs de pointé qui sont petites comparativement à celles que l'on commet sur un passage.

Mais, pour diminuer autant que possible les erreurs de pointé, on peut répéter les observations dans le voisinage de l'azimut extrême et ramener les lectures à ce qu'elles auraient été à cet azimut même, à l'aide de la formule de correction que nous avons donnée, formule très simple et qui peut être très rapidement calculée.

La quantité $K = -\delta a$ à joindre à l'azimut pour opérer cette réduction étant donnée par la formule

$$K = \frac{1}{2} \frac{\sin D \cos D}{\cos l \sin \varphi} \sin 1'' \, \delta\varphi^2$$

Une erreur sur $\delta\varphi$ introduit sur K une erreur proportionnelle à $\delta\varphi$ lui-même, car on a

$$\Delta K = \frac{\sin D \cos D}{\cos l \sin \varphi} \sin 1'' \, \delta\varphi \, \Delta\delta\varphi.$$

En négligeant les puissances de l'erreur sur $\delta\varphi$ supérieures à la première.

Soit $\Delta\delta\varphi = 6^s = 90''$ et $\delta\varphi = 10^m = 9000''$

On aura à Paris, pour une étoile située à 1°30″ du pôle, $\Delta K = 0''078$, erreur encore très faible et inférieure à l'erreur possible sur le pointé. Nous avons supposé d'ailleurs une erreur très forte sur $\delta\varphi$, beaucoup plus grande que celle que l'on a en général.

On voit donc que l'on peut, pendant une limite de temps assez étendue, répéter les pointés dans le voisinage de l'azimut extrême, ramener par une formule très simple les lectures de l'azimut à ce qu'elles auraient été à cet azimut extrême, et prendre une moyenne entre toutes ces lectures réduites. On a alors une détermination de l'azimut extrême dans laquelle les erreurs de pointé ont dû s'annuler en grande partie.

Il résulte de ce que nous avons dit précédemment que l'on a un moyen très commode et très précis d'observer l'azimut extrême d'une circompolaire en opérant de la ma- suivante :

1° A l'aide de la déclinaison et de la latitude approchées, calculer l'instant approché de l'azimut extrême;

2° Pointer l'astre dans les environs de cet instant en notant l'heure approchée du pointé ;

3° Ramener l'observation à ce qu'elle aurait été à l'azimut extrême à l'aide des formules de correction que nous avons données ;

4° Corriger les observations des erreurs instrumentales, c'est-à-dire des erreurs introduites par les inclinaisons d'axes et la collimation à l'aide de la hauteur approchée et des formules que nous avons données précédemment.

Cette méthode offre d'ailleurs l'avantage de permettre de répéter les pointés un grand nombre de fois.

Si l'on ne voulait faire aucun usage de la pendule dans les opérations de pointé de l'azimut extrême, et chercher par tâtonnements l'azimut maximum, on aurait un procédé beaucoup moins pratique que le précédent et qui n'admettrait qu'un seul pointé par chaque azimut extrême d'une circompolaire. Cette méthode doit donc, en général, être rejetée. Il est utile de remarquer que, dans ce dernier mode de pointé, les erreurs de collimation et d'inclinaisons d'axes de l'instrument, non seulement amènent des erreurs sur les lectures azimutales correspondantes à un pointé donné, et pouvant être corrigées par nos formules précédentes, mais encore modifient l'instant auquel on est amené à pointer, de telle manière que cet instant n'est plus réellement celui de l'azimut maximum. Ces dernières erreurs sont généralement très petites, de sorte que les corrections auxquelles elles donnent lieu peuvent être ordinairement négligées. Il est bon toutefois de les connaître.

Lorsque l'axe est incliné, la situation dans laquelle on juge l'azimut maximum est celle pour laquelle le plan décrit par la lunette intercepte sur la sphère céleste un arc de grand cercle tangent au petit cercle décrit par la circompolaire observée. La distance du point de tangence au point que l'astre occupe lorsque son azimut est réellement maximum est sensiblement sur le petit cercle de l'astre un arc égal à l'inclinaison i de l'axe de l'instrument. On aura donc $i = \delta\varphi$, et l'erreur K en question sera donnée par la formule

$$K = \frac{1}{2} \frac{\sin D \cos D}{\cos l \sin \varphi} \sin 1'' \, \delta\varphi^2,$$

qui ramène une observation faite dans le voisinage de l'azimut extrême à l'instant même de cet azimut. L'observation ainsi ramenée devra être ensuite corrigée de l'erreur i tang. h, due à l'influence de l'inclinaison sur la lecture azimutale.

Pour trouver l'influence de la collimation sur l'instant où l'on juge l'azimut maximum, nous rappellerons que la collimation c modifie la lecture azimutale d'une quantité représentée par c sec h.

Or, dans le triangle pôle, zénith, étoile, on a, par la règle des sinus :

sinus distance polaire : sinus azimut :: sinus distance zénithale : sinus angle horaire.

D'où

$$\cos h = \frac{\cos D \sin \varphi}{\sin a},$$

et par suite

$$c \sec h = \frac{c \sin a}{\cos D \sin \varphi}.$$

Cela posé, soit A l'azimut extrême de la circompolaire considérée, φ l'angle horaire correspondant, et $A + \delta A$ l'azi-

mut réel, pour lequel la collimation fait juger l'azimut maximum, et soit de plus A_1 la lecture du limbe correspondant à l'azimut jugé extrême, on a

$$A_1 = A + \delta A - \frac{c \sin(A + \delta A)}{\cos D \sin(\varphi + \delta\varphi)}.$$

Or, δA est une petite quantité, ainsi que c; en développant et remplaçant δA par sa valeur en $\delta\varphi$, négligeant les termes supérieures au deuxième ordre, et remarquant d'ailleurs que c est du premier ordre, si on pose

$$\frac{1}{2}\frac{\sin D \cos D}{\cos l \sin \varphi} \sin 1'' = M;$$

$$\frac{c \sin A}{\cos D \sin \varphi} \cot \varphi \sin 1'' = N,$$

il vient

$$\text{(D)} \qquad A_1 = A - M\delta\varphi^2 - \frac{c \sin A}{\cos D \sin \varphi} + N\delta\varphi.$$

Or, pour que A_1 soit maximum, il faut que $N\delta\varphi - M\delta\varphi^2$ soit maximum, ce qui donne l'équation

$$N - 2M\,\delta\varphi = o,$$

d'où

$$\delta\varphi = c\,\frac{\sin A \cos l}{\sin D \cos^2 D} \cot \varphi.$$

A l'azimut extrême, on a d'ailleurs

$$\sin A = \frac{\cos D}{\cos l}$$

car on a, en effet, dans le triangle pôle, zénith, étoile, par la règle des sinus, en nommant E l'angle à l'étoile,

$$\sin A = \frac{\cos D}{\cos l} \sin E.$$

Or, pour que A soit maximum, il faut que sin E soit maximum, ou égal à 1, on a donc

$$\delta\varphi = c\,\frac{\cot \varphi}{\sin D \cos D}.$$

Substituant pour sin A et pour $\delta\varphi$ ces valeurs dans l'équation (D), on a A en fonction de l'azimut A_1 observé, et les corrections dues à l'influence de la collimation sur l'observation de l'azimut extrême sont effectuées ; mais comme nous l'avons déjà dit, cette manière d'observer les azimuts extrêmes sans faire emploi de la pendule est peu pratique, et ne permet d'ailleurs qu'un seul pointé. Il est donc toujours préférable d'employer la première méthode.

Cette première méthode permet de répéter les observations en renversant l'instrument, ce qui, en changeant le signe des erreurs instrumentales, permet de les déterminer. Mais ces renversements présentent des inconvénients qu'un bon système de collimateur (dont l'un vertical, porté par l'axe vertical, et pointé sur un bain de mercure) permet de diminuer. Nous reviendrons plus tard sur ce sujet.

Au lieu de renverser entièrement l'instrument, on peut observer une circompolaire à l'un de ses azimuts extrêmes directement et par réflexion sur un bain de mercure. Les observations directes et réfléchies ramenées à l'instant du maximum par la formule (C) donnée antérieurement, ne devront pas différer si l'inclinaison est nulle, mais s'il y a une inclinaison, les lectures azimutales différeront de i (tang $h+$ tang h'), h étant la hauteur de l'astre à l'instant de l'observation directe, et h' la hauteur à l'instant de l'observation réfléchie. Ces hauteurs étant approximativement connues, on aura alors i sans difficulté.

La moyenne des deux lectures correspondant aux deux azimuts extrêmes d'une même circompolaire ferait exactement connaître le méridien, si la déclinaison de l'étoile ne variait pas dans l'intervalle des observations ; mais il peut y avoir dans les déclinaisons des changements que les tables font connaître, et qui, quoique très petits, peuvent atteindre $0''2$ pour la polaire dans certaines saisons, dans l'intervalle de

deux azimuts extrêmes. Il faut donc corriger l'un des azimuts extrêmes, de la variation due au changement δD de déclinaison, et ensuite prendre la moyenne.

Pour obtenir cette correction, il faut remarquer qu'avec l'azimut extrême on a, comme nous l'avons vu,

$$\sin a = \frac{\cos D}{\cos l}$$

d'où, en négligeant les quantités du second ordre,

$$\delta a = \frac{\sin D}{\cos l \cos a} \delta D$$

Vu la petitesse de la correction, il suffit de connaître D et l et par suite a approximativement.

Les observations des azimuts extrêmes des circompolaires peuvent être employées à déterminer l'inclinaison du fil vertical de la lunette.

Pour le faire voir, appelons i l'angle des fils et de la verticale, et h_2 la hauteur apparente d'un astre auquel on vise et que l'on place sous le fil vertical de l'instrument, h_1 étant en même temps la hauteur actuelle de la ligne de collimation de la lunette, c'est-à-dire, répondant à la croisée des fils, et nommons enfin α la différence d'azimut de l'astre et de la croisée des fils, la distance de l'astre à la croisée des fils sera sensiblement, vu la petitesse de l'inclinaison des fils et celle du champ de la lunette, égale à

$$\frac{h_2 - h_1}{\cos i}$$

ou même comme

$$\cos i = 1$$

aux quantités près du second ordre, cette distance pourra sans erreur sensible être regardée comme égale à

$$h_2 - h_1.$$

Cela posé, dans le triangle zénith, astre, croisée des fils, on aura

$$\sin(h_2 - h_1) : \sin \alpha :: \cos h_2 : \sin i.$$

Ou $$\alpha = i \frac{\sin(h_2 - h^1)}{\cos h_2}$$

Cela posé, supposons qu'on observe une circompolaire à l'un de ses azimuts extrêmes et soit h_1 la hauteur apparente calculée (en ayant égard à la réfraction) de cette circompolaire à cet azimut extrême, à laquelle l'instrument est calé d'une manière fixe : on pointe alors l'astre en azimut en notant l'heure des divers pointés, et on voit que par suite du mouvement de l'astre en hauteur, ces pointés ont lieu sous différents points du fil vertical. A l'aide des différences $\delta\varphi$ de l'angle horaire de chaque pointé et de l'angle horaire calculé de l'azimut extrême, on calcule par les formules précédentes, les corrections δa à appliquer aux lectures azimutales pour les ramener à l'azimut extrême, et toutes les observations doivent donner la même valeur pour cet azimut si l'inclinaison du fil est nulle. Dans le cas contraire chaque résultat est altéré d'une erreur α dont nous venons de donner l'expression en fonction de l'inclinaison du fil, de la hauteur de la lunette et de celle de l'astre au moment du pointé. La hauteur de la lunette est connue ; celle de l'astre facile à obtenir en remarquant que l'on a dans le triangle astre, pôle, zénith : en appelant a_1 l'azimut extrême et φ_1 l'angle horaire correspondant à cet azimut, éléments calculables par les formules que nous avons données précédemment en fonction de la latitude et de la déclinaison de l'astre, et h la hauteur vraie de l'astre,

$$\text{Cos}\, h : \sin(\varphi_1 + \delta\varphi) :: \cos D : \sin(a_1 + \delta a)$$

Dans cette proportion tout est connu sauf cos h, puisqu'on a déjà calculé δa en fonction de $\delta\varphi$, comme nous venons de le dire. On obtient dont h ou la hauteur vraie de l'astre, et en appliquant les corrections de réfraction on a h_2 ou sa hauteur apparente, et on peut calculer

$$\frac{\sin\ (h_2 - h_1)}{\cos h_2}$$

que nous appelons n.

En ajoutant alors à tous les azimuts observés et ramenés à l'instant de l'azimut extrême à l'aide de la correction δa, une quantité ni_1, i_1 étant l'inclinaison inconnue cherchée, on déterminera i_1 par la condition que toutes les valeurs de l'azimut extrême deviennent égales par l'application de la correction ni_1.

L'inclinaison du fil avec la verticale est modifiée plus ou moins suivant la hauteur par celle de l'axe horizontal de l'instrument. En effet, cette inclinaison se compose de l'angle de la perpendiculaire au fil, et de l'axe de rotation de la lunette plus l'inclinaison de ce dernier axe projetée sur un plan perpendiculaire à l'axe optique de cette lunette. La première partie de cette inclinaison, c'est-à-dire, l'angle i_2 de la perpendiculaire au fil et de l'axe de rotation est constante par construction, mais la seconde partie i_3 est variable comme se composant d'une quantité constante l'inclinaison i de l'axe de rotation projetée sur un plan diversement incliné suivant la hauteur. L'angle du plan vertical dans lequel on mesure l'inclinaison de l'axe de rotation et du plan perpendiculaire à l'axe optique de la lunette est égal à h_1 ; on a donc

$$\text{tang}\ i_3 = \text{tang}\ i \cos h_1$$

ou, vu la petitesse des angles i et i_3,

$$i_3 = i \cos h_1.$$

Or comme

$$i_1 = i_2 + i_3\ ,$$

il s'ensuit que l'on a

$$i_1 = i_2 + i \cos h_1.$$

Lors donc que l'on a déterminé i_1 par les azimuts extrêmes d'une circompoloraire comme nous venons de le voir,

on en déduit i_2 en en retranchant i cos h_1 qui est connu, et on a l'inclinaison des fils pour toute hauteur h de l'instrument en joignant à i_2 ainsi obtenu l'angle i cos h.

Pour les observations azimutales, on n'a pas à s'occuper de l'inclinaison du fil horizontal de la lunette; nous rappellerons toutefois qu'on peut aisément déterminer cette inclinaison en fixant l'instrument dans le méridien, pointant sous les diverses parties du fil les circompolaires dans le voisinage de leurs plus grandes et de leurs plus petites hauteurs, et lisant les hauteurs ainsi obtenues.

Nous n'entrerons pas dans le détail des formules à employer dans ce cas, et qui sont celles dont on se sert pour déterminer l'inclinaison des fils des cercles muraux. Nous recommanderons seulement de ne pas négliger de tenir compte de l'influence de l'inclinaison de l'axe de rotation sur celle des fils. Cette influence est la même que sur les fils verticaux et elle se calcule par la même formule, mais on oublie en général et fort à tort d'y avoir égard.

Si la lunette renferme plusieurs fils verticaux on peut déterminer leur intervalle par l'observation d'une circompolaire successivement avec chaque fil, dans le voisinage de l'azimut extrême, et on ramène chaque observation à l'azimut extrême par la formule que nous avons donnée dans ce but. Si alors on appelle c_1, c_2 ,... les collimations inconnues correspondant à chaque fil et h_1 h_2 ,... les hauteurs de la lunette pendant les observations correspondantes à chaque fil, on devra joindre à l'azimut extrême trouvé pour le premier fil c_1 sec h_1, pour le second fil c_2 sec h et ainsi de suite, après quoi toutes les valeurs des azimuts extrêmes devront être égales. Cette condition déterminera $n - 1$ équations entre les n quantités $c_1, \ldots c_n$, et si l'une de ces quantités, c'est-à-dire, la collimation correspondante au fil milieu est connue par les procédés ordinaires, on aura toutes les

autres. Or les différences de ces collimations entre elles sont précisément les intervalles cherchés des fils. Lorsque les collimations sont grandes, la correction δa à appliquer à l'azimut extrême ne peut plus être regardée comme égale à $c \sec h$, que dans une première approximation, après quoi on emploie la formule exacte $\sin \delta a = \sin c \sec h$ dans laquelle on remplace $\sin \delta a$ par $\delta a \sin 1'' - \frac{1}{6} \delta a^3 \sin^3 1''$,

et $\sin c$ par $c \sin 1'' - \frac{1}{6} c^3 \sin^3 1''$,

et on met pour δa^3 et c^3 les valeurs déduites de la première approximation. La seconde approximation donne alors c avec une exactitude suffisante.

La distance des fils étant ainsi connue, soit E l'écart d'un fil du fil milieu, on ramènera une observation faite à ce fil à celle que l'on aurait faite au fil milieu par la formule $\sin \delta a = \sin E \sec h$ qui se réduira le plus souvent à $\delta a = E \sec h$.

Si la lunette possède un micromètre à fil vertical, ce qui est très utile pour la détermination des collimations par pointé sur les collimateurs opposés, on déterminera la valeur en arc des tours de la vis micrométrique, de la même manière que l'on détermine l'intervalle des fils. Il suffit pour cela de pointer une circompolaire près de son azimut extrême sous le fil mobile, en variant les lectures de la vis micrométrique, et de déterminer en arc comme ci-dessus les écarts de ces diverses positions du fil. On aura alors tous les éléments nécessaires pour étudier le pas de la vis et connaître la valeur de chaque tour. L'avantage qu'il y a à employer dans ces diverses opérations les azimuts extrêmes des circompolaires, consiste en ce que les observations de ces azimuts extrêmes sont des opérations de pointé et non des estimations de passages.

Le pas de la vis micrométrique étant déterminé, les observations pourront être ramenées au fil milieu sans difficulté comme celles des autres fils fixes.

Nous avons vu jusqu'ici les moyens à employer pour déterminer les erreurs instrumentales et pour en tenir compte dans les observations. Nous allons maintenant nous occuper des moyens à employer pour faire disparaître les équations personnelles, question très importante au point de vue des progrès futurs de l'astronomie.

Procédé à employer pour substituer le pointé à l'estimation des passages dans les observations azimutales. Disparition des équations personnelles.

Nous avons dit précédemment que nous indiquerions, dans le but d'obtenir une précision plus grande, un moyen de substituer des opérations de pointé aux observations de passage par un azimut donné. Nous allons maintenant nous occuper de cette question qui est d'un intérêt capital pour l'astronomie.

Pour bien faire comprendre toute l'importance de ce sujet, nous rappellerons qu'une observation azimutale d'un astre se fait actuellement de la manière suivante :

L'instrument étant calé en azimut, soit dans le méridien (cas de la lunette méridienne), soit dans un azimut quelconque, on attend qu'un astre passe derrière le fil vertical de la lunette, et on note la seconde et fraction de seconde à laquelle on estime que ce passage a eu lieu.

Il résulte d'expériences faites par Arago, que, dans ce système d'observations, un vingtième de seconde est la dernière limite d'exactitude que nos sens puissent atteindre. Or, un vingtième de seconde correspond à un déplacement de trois quarts de seconde d'arc de l'étoile observée. Hâtons-

nous d'ailleurs d'ajouter que cette limite d'exactitude est rarement atteinte et ne se trouve que dans des moyennes; en réalité, les observations de passage sont très fréquemment entachées d'erreurs de deux à trois dixièmes de seconde de temps, ou de trois à cinq secondes d'arc, et cela de la part des astronomes les plus exercés, quel que soit d'ailleurs le grossissement de l'instrument employé.

Dans une opération de pointé, au contraire, telle que celle que l'on fait au méridien pour déterminer la hauteur des astres, la précision du pointé augmente avec le grossissement, et près du zénith où l'image des astres n'est pas altérée par la dispersion, on peut dire que le pointé est exact à un quart ou un cinquième de seconde d'arc au plus pour des grossissements de 100 à 150 fois.

La précision ne serait pas moindre, quelle que fût la hauteur de l'astre sur l'horizon (la dispersion n'altérant les images que dans le sens vertical) pour des pointés dans le sens azimutal si le mouvement du ciel n'empêchait de pointer dans ce sens.

On voit donc déjà l'intérêt qni s'attache à la recherche d'un procédé qui permette de substituer le pointé en azimut à l'estime des passages, mais ce qui précède est cependant encore loin de permettre d'apprécier toute l'importance du sujet, dont on jugera beaucoup mieux quand nous aurons parlé des équations personnelles dans les appréciations de passages.

Dans le cas qui nous occupe, les équations personnelles consistent dans ce fait bizarre que, tandis que les observations d'une même personne exercée s'accordent entre-elles avec la précision de un à trois dixièmes de seconde de temps, celles de deux personnes différentes et également exercées présenteront entre elles des différences qui souvent peuvent dépasser une seconde entière. La quantité qu'il

faut ajouter aux passages observés par un astronome B, ou qu'il faut retrancher de ces mêmes instants pour les réduire aux passages déterminés par un astronome A, est ce que l'on a appelé l'*équation personnelle* de l'astronome B.

Dans un mémoire publié dans les comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris (février 1853), Arago a cité des exemples très curieux d'équations personnelles. Nous croyons devoir rappeler ici ces citations :

Maskelyue rapporte, dans les observations de Greenwich pour 1795, que son adjoint Kinnebrook avait pris peu à peu l'habitude d'observer les passages aux fils de la lunette méridienne, plus tard qu'il ne le faisait lui-même. Au mois d'août 1795, la différence entre les deux observateurs était de 0^s, 5 ; dans le cours de 1796, cette différence s'accrut jusqu'à 0, 8. En 1794 et au commencement de 1795, les deux observateurs étaient d'accord.

En 1820, Bessel reconnut que Walbeck observait le passage des étoiles sous le fil de la lunette méridienne de Kœnigsberg une seconde entière plus tard que lui-même.

En 1823, Bessel constata que le célèbre astronome Argelander observait le passage des étoiles 1^s, 2 après lui.

En 1821, à Dorpat, Walbeck observait 0^s24 plus tard que M. Struve.

En 1823, à Dorpat, M. Argelander observait 0^s,20 plus tard que M. Struve.

De ces nombres, Bessel conclut qu'en 1823, M. Struve (on voit, dit Arago, quelles autorités scientifiques étaient en jeu) observait plus tard que lui d'une seconde tout entière.

Bessel déduisit de diverses considérations la conséquence que les différences en question peuvent être très variables. Il trouve, en effet :

Qu'en 1814, M. Struve observait au même moment que lui ;

Qu'en 1821, il observait $0^s, 8$ plus tard ;

Qu'en 1823, la différence s'était élevée à une seconde.

Pour les observations d'occultation et non pour les passages au méridien, Bessel reconnut que Argelander notait la disparition ou la réapparition de $0^s, 3$ plus tard que lui.

« En comparant, dit Arago, des observations faites avec une pendule qui battait les demi-secondes avec celles dans lesquelles on s'était servi d'une pendule ordinaire, Bessel découvrit, chose extraordinaire, qu'il observait les passages au méridien avec le nouvel instrument $0^s, 49$ plus tard qu'avec la pendule battant la seconde entière.

» Depuis l'époque où Bessel publiait les résultats si singuliers de ses expériences, les astronomes ne se sont pas suffisamment occupés de cet objet, quoiqu'il soit de nature à répandre sur leurs observations la plus pénible incertitude. »

On voit par cette dernière phrase l'importance qu'Arago attachait à la recherche des procédés destinés à faire disparaître l'équation personnelle.

Que font les astronomes pour se débarrasser de cette erreur ? Il se contentent de chercher dans un observatoire quel est celui d'entre eux dont l'observation est à peu près la moyenne de celles des autres; ils supposent nulle l'équation personnelle de cet astronome et prennent la différence de ses observations et de celles de chacun des autres observateurs pour corriger les nombres trouvés par ces derniers. Mais, outre que le nombre des astronomes d'un observatoire n'est pas assez grand pour fournir une bonne moyenne, comment prouver qu'il n'y a pas une prédisposition générale à observer trop tôt ou trop tard, auquel cas la moyenne elle-même serait très loin d'être exacte, son erreur pouvant peut-être atteindre jusqu'à une demi-seconde et même au delà?

Si les équations étaient parfaitement constantes, au moins aurions-nous les différences d'ascension droite quoique n'ayant pas les ascensions droites absolues. Mais, comme nous venons de le voir, les équations personnelles sont variables avec le temps, et comme toutes les étoiles ne sont pas observables à la fois, il résulte de là des erreurs qui peuvent devenir fort graves.

Outre la variation avec le temps, il y a dans les équations personnelles un changement avec la distance au pôle. Il est évident qu'au pôle, l'observation de passage se réduit à un pointé azimutal pour lequel il n'y a pas d'équation personnelle. En approchant de cette limite où l'équation personnelle disparaît, il y a de grandes variations qui ne paraissent pas exactement proportionnelles au cosinus de la distance au pôle. Il résulte de là que l'effet des équations personnelles sur un catalogue est une torsion du ciel pour ainsi dire, les étoiles équatoriales éprouvant un déplacement non proportionnel à celui des autres. Les différences d'ascension droite de deux étoiles de déclinaison différente sont donc inconnues avec le procédé actuel d'observation, quand bien même on supposerait les équations personnelles constantes.

Lorsqu'on a fait un certain nombres de séries d'observations méridiennes de passages, et qu'on en calcule les résultats, on trouve quelquefois de certaines séries qui s'accordent très bien dans les corrections fournies par la pendule. C'est, séduits par cet accord que la plupart des astronomes supposent les équations personnelles constantes. Quand l'accord est moins bon, ce qui est le cas général, on s'en prend alors à l'atmosphère. Cette conclusion serait légitime si les étoiles étaient ondulantes, mais on trouve des séries qui s'accordent et d'autres qui ne s'accordent pas par tous les états atmosphériques. C'est évidemment de l'obser-

vateur surtout que viennent ces différences qui résultent de variations dans son équation personnelle, dont l'hypothèse de constance est purement gratuite. (1)

Il est inexact de se fonder sur l'accord fréquent de séries d'observations entre elles pour admettre la constance de l'équation personnelle. Il arrive, en effet, quelquefois qu'on conserve une manière constante d'observer pendant une série entière mais d'autres fois on varie d'un instant à l'autre.

L'estime diffère aussi beaucoup le jour et la nuit par suite de la différence d'éclat des étoiles. Les ondulations sont aussi une cause de variation considérable.

On voit par ce qui précède, combien dans les méthodes d'observations actuelles, il règne d'incertitudes sur les résultats, les erreurs à craindre peuvent dépasser une demi-seconde de temps, et par conséquent, atteindre 8 à 10 secondes d'arc. L'astronomie de précision, en tant que l'on désignerait sous ce nom une détermination à une seconde près (avant de parler des centièmes et des dixièmes de seconde, comme le font certains astronomes, il faudrait tâcher d'obtenir la seconde, que l'on n'a pas encore), est donc à créer, et pour y parvenir, il faut substituer un système de pointés à l'estime du temps.

Arago a proposé l'emploi des chronomètres à pointage pour faire disparaître les équations personnelles. On appelle ainsi des chronomètres qui marquent par un point sur leur cadran l'instant auquel on presse une détente. La proposition d'Arago relative à l'emploi des chronomètres à pointage résulte de séries d'expériences qu'il a fait faire à

(1) La disposition physique et morale de l'observateur joue un grand rôle dans la valeur des observations. La fatigue doit certainement, dans une série, modifier progressivement l'équation personnelle, de telle façon que l'on reporte sur la pendule ce qui vient de l'observateur.

l'Observatoire de Paris, et qui semblent indiquer que l'équation personnelle n'existe pas lorsque l'observateur signale par un tope ou par un coup sec le moment où, suivant lui, l'étoile passe derrière le fil du réticule de la lunette. Une différence de $0^s,6$ entre MM. Mauvais et Goujon disparaissait de cette manière.

Vers l'époque où Arago proposait ce procédé, MM. Bond, en Amérique, arrivaient au même résultat à l'aide d'un chronographe électrique, c'est-à-dire à l'aide d'un de ces appareils dans lesquels une bande de papier se déroulant sous l'action d'un mouvement d'horlogerie est divisée en secondes par une horloge électrique qui commande le jeu d'une pointe, tandis qu'une autre pointe, obéissant à un courant fermé à volonté par l'observateur, peut marquer sur la bande ainsi divisée l'instant où un phénomène quelconque se produit.

« Les limites des erreurs individuelles, disaient MM. Bond à l'époque de leurs premiers essais, sont beaucoup plus resserrées par cette méthode. Autant que les comparaisons faites jusqu'ici suffisent à le prouver, les équations ou les erreurs personnelles de divers observateurs sont, sinon tout à fait insensibles, du moins réduites à un petit nombre de centièmes de seconde. »

Comme on le voit, dès leurs premiers essais, MM. Bond ne constatent pas une disparition complète de l'équation personnelle. Hâtons-nous d'ajouter que le chronographe électrique, qui n'est autre, d'ailleurs, qu'une sorte de chronomètre à pointage, est appliqué à l'observatoire de Greenwich depuis plusieurs années, aux observations astronomiques de passage, et qu'il n'a pas complétement justifié l'espoir que l'on avait fondé sur lui. Sans doute, les équations personnelles sont diminuées, mais il est maintenant bien établi qu'elles ne disparaissent pas, et qu'elles sont seulement renfermées dans des limites deux fois plus petites.

Si on se sert de deux lunettes méridiennes placées dans deux localités différentes ou près l'une de l'autre, et si les passages observés par les deux observateurs sont pointés sur un même chronographe électrique, au lieu que chaque étoile observée par les deux instruments donne une différence de longitude constante après correction des erreurs instrumentales, comme cela devrait avoir lieu si l'équation personnelle était constante pour chaque observateur pendant la durée de la série d'observations, on trouve des différences qui varient de quelques dixièmes de secondes, d'une manière tout à fait arbitraire. Ce fait indique que l'équation personnelle est essentiellement variable d'un instant à un autre, car, dans le cas présent, les positions absolues des étoiles n'interviennent pas, et on ne peut attribuer à elles le désaccord trouvé.

Les observations au chronographe, loin d'avoir fait entièrement disparaître les équations personnelles, nous ont donc appris, au contraire, par le nouveau mode de contrôle qu'elles ont permis d'établir, que les équations personnelles sont essentiellement variables. Seulement, dans le cas du chronographe, l'opération à faire par l'esprit étant moins compliquée, les limites des erreurs personnelles sont plus restreintes, mais elles correspondent encore à plusieurs secondes d'arc, et il importe de faire entièrement disparaître ces erreurs.

Pour cela, il paraît évident que les observations, au lieu d'être *instantanées*, pour ainsi dire, doivent être prolongées, c'est-à-dire que l'observateur doit avoir le temps de juger de la valeur de son observation. Il faut donc que l'instrument se meuve à l'aide d'un mécanisme convenable et d'un mouvement *continu* d'horlogerie, de telle sorte que la lunette étant pointée sur une étoile y reste pointée un temps suffisant pour que l'observateur puisse apprécier l'exacti-

tude du pointé. Ceci est d'autant plus important que les étoiles sont souvent ondulantes, et que, par suite, on doit avoir le temps de juger que l'étoile, dans ses variations, s'écarte également à droite et à gauche du fil. L'observateur étant content de son pointé, devra presser sur une touche. Cette pression, soit par un courant électrique, soit par tout autre moyen, enregistrera d'une part sur un chronographe, *l'instant de la pression*, et d'autre part, *la situation de l'instrument à cet instant précis.* Après ce coup frappé sur la touche, l'observateur, continuant de regarder l'astre et le voyant encore exactement pointé par l'instrument, en conclura qu'il était exactement pointé à l'instant où il a frappé, c'est-à-dire à l'instant où, mécaniquement, et par suite avec autant d'exactitude que que l'on voudra, ont été enregistrées à la fois l'heure et la situation de l'instrument.

De cette manière, il n'y aura rien eu de précipité; l'observateur aura pu juger à son aise de son pointé, et une petite différence dans l'instant auquel il aura frappé n'aura introduit aucune erreur puisque d'une part, l'étoile reste pointée assez longtemps, et d'autre part, l'heure et la situation de l'instrument sont enregistrées ensemble. La symétrie des astres, dans le sens horizontal où il n'y a pas de dispersion due à l'atmosphère, ne donne pas lieu à une équation personnelle; l'astre paraît fixe à l'observateur dans la lunette et il n'y a point d'équation personnelle dans la bissection d'un point fixe symétrique.

Il reste maintenant à réaliser mécaniquement la condition dont nous venons de parler. Pour obtenir des observations précises, il faut un instrument réglé sur la verticale tel que l'alt-azimut, et nous avons fait voir précédemment que les observations azimutales présentent d'immenses avantages sur toutes les autres observations. Pour parvenir à faire

disparaître les équations personnelles, il convient donc d'abord de donner un mouvement parallactique à l'alt-azimut, car les équatoriaux ou machines parallactiques ne comportent pas assez de précision et ne peuvent être employés qu'à des observations de différences, soit de déclinaison, soit d'ascension droite mais non à la détermination des déclinaisons et ascensions droites absolues.

Or, ce mouvement parallactique est facile à obtenir. En effet, la lunette de l'alt-azimut peut, comme celle de l'équatorial, être dirigée vers tous les points du ciel. Il suffit donc pour pouvoir à volonté donner à la lunette de l'alt-azimut un mouvement équatorial (les cercles de l'alt-azimut suivant d'ailleurs la lunette dans son mouvement, de telle sorte que l'instrument ne cesse pas d'être en même temps alt-azimut) de disposer en outre du cercle vertical et du cercle horizontal de l'instrument, un cercle équatorial placé de telle manière que la ligne joignant son centre au centre des mouvements de la lunette de l'alt-azimut soit parallèle à l'axe du monde. Ce cercle équatorial sera d'ailleurs à une distance des autres cercles de l'instrument assez grande pour que l'observateur ne soit pas gêné.

A l'une des extrémités de la lunette de l'alt-azimut serait un cercle ou collier C tournant autour du corps de cette lunette. Ce collier C porterait aux deux extrémités d'un même diamètre deux portions d'un même axe engagé dans les deux branches d'une fourchette portée par l'une des extrémités d'une longue tige A. L'autre extrémité de cette tige glisserait dans un tube B porté par un axe perpendiculaire à l'axe du cercle équatorial et entraîné par ce cercle. Une vis de pression arrêterait la tige A dans ce tube B, et permetterait ainsi de faire faire à la lunette un angle quelconque avec l'axe du monde et de l'arrêter à cet angle, après quoi le seul mouvement possible de la lunette se ferait

comme dans un équatorial, en suivant le mouvement du ciel ou un parallèle.

Le collier C serait porté par l'une ou par l'autre des deux extrémités de la lunette, suivant que l'on voudrait observer au nord ou au sud.

L'alt-azimut est ainsi transformé en équatorial, avec cette différence que les fils de la lunette restent toujours verticaux ou horizontaux, au lieu de rester perpendiculaires et parallèles, au mouvement diurne (1), et l'on a de plus des cercles horizontaux ou verticaux qui fixent la situation de la lunette en azimut et en hauteur, avec tous les procédés de rectification de l'alt-azimut. Les observations ont donc la précision de ce dernier instrument, et elles sont simplement azimutales si l'on veut.

Au lieu de faire tourner le collier C autour du corps de la lunette, il y a avantage à disposer au-dessous de la lunette elle même, l'appareil destiné à donner le mouvement parallactique ; pour cela, l'axe vertical de l'instrument doit être divisé en deux bras vers sa partie inférieure, ces deux bras, se réunissant de nouveau en un seul pour former la pointe conique inférieure de cet axe. Entre ces deux bras est

(1) Le même système de monture pourrait être employé pour les équatoriaux proprement dits avec avantage. Il suffirait pour cela de permettre à la lunette de l'alt-azimut de tourner autour de son axe optique dans un tube porté par l'axe horizontal de l'alt-azimut, et de fixer le collier C sur l'une des extrémités de cette lunette, au lieu de laisser cette dernière tourner librement dans ce collier. Alors les fils de la lunette resteraient parallèles et perpendiculaires au mouvement diurne.

Sans faire tourner la lunette autour de son axe optique, on peut faire des observations équatoriales avec un alt-azimut muni d'un mouvement équatorial, si sa lunette est munie d'un micromètre de position. Il suffit alors de tourner ce micromètre à la main. On peut aussi dans le même but de se servir d'un micromètre circulaire.

un axe horizontal portant en son milieu une tige cylindrique D perpendiculaire à lui, de sorte que le centre des mouvements de cette tige qui pourrait comme la lunette être dirigée suivant tous les azimuts et à toutes les hauteurs, serait au-dessous du centre des mouvements de la lunette et dans la verticale de ce point. L'axe du cercle équatorial prolongé passerait par le centre des mouvements de la tige D et non par celui de la lunette, et le collier C tournerait autour de l'une des extrémités de cette tige D. En un mot, la disposition que nous venons de décrire comme appliquée à la lunette serait adaptée à la tige D. Il est bien évident alors que le mouvement en azimut de la tige D serait partagé par la lunette. Cela suffit pour le but que nous nous proposons, mais si on veut que le mouvement en hauteur de D soit aussi partagé par la lunette, il suffit de les relier par une tige verticale articulée de façon à faire un parallélogramme. Ces dispositions ne réagissent d'ailleurs aucunement sur les procédés pris pour assurer la stabilité et la rectification de l'instrument. Le grand avantage que l'on trouve à placer l'appareil destiné à donner le mouvement parallactique au-dessous de la lunette est que dans ce cas cet appareil peut être très petit. On pourrait encore augmenter sa solidité, en faisant le tube B long et en le retenant par des tringles obliques sur l'axe autour duquel il tourne.

La disposition qui place en-dessous de la lunette l'appareil destiné à donner à l'alt-azimut le mouvement parallactique, a de plus l'avantage de permettre de placer, si on veut, l'oculaire de la lunette de l'alt-azimut au centre des mouvements de cet instrument, condition qui permet à l'observateur de viser à tous les points du ciel sans changer de place et sans prendre des positions plus ou moins difficiles et pénibles. Autrement, c'est-à-dire, si le mouvement parallactique avait été donné à l'aide d'une tige agissant sur la

lunette même, comme nous l'avons supposé d'abord, il aurait fallu, dans le cas d'une lunette proprement dite, comme dans celui d'un télescope à réflexion, prolonger le tube de cette lunette ou de ce télescope au-delà de l'oculaire pour pouvoir donner un mouvement équatorial en pointant également soit au nord, soit au sud.

Si l'on ne voulait uniquement faire suivre le mouvement des étoiles qu'en azimut, on pourrait encore placer latéralement l'appareil que nous venons de décrire et lui faire transmettre à l'aide d'une roue dentée son mouvement azimutal à l'axe vertical de l'alt-azimut. Cette disposition aurait l'avantage d'être moins dispendieuse comme exécution.

Pour caler l'instrument on l'amène dans le méridien, on cale en déclinaison et on amène ensuite à l'angle horaire voulu, à l'aide du cercle équatorial.

Ce dernier cercle doit être calé à l'aide de vis de pression et de rappel sur un arc de cercle denté concentrique. Une vis sans fin engrène cet arc denté, et il suffit de faire commander la marche de la vis sans fin par un mouvement *parfaitement continu* d'horlogerie, obtenu à l'aide d'un pendule conique, tel que celui que nous avons décrit à la Société impériale des Sciences Naturelles de Cherbourg, séance du 13 juillet 1857, (voir la *Science*, n° du 3 septembre) pour que la lunette pointée sur un astre suive ensuite le mouvement de cet astre en restant pointée. Il faudrait que la marche de l'horloge à pendule conique fût très irrégulière et différât beaucoup du mouvement diurne (irrégularités et différences faciles à éviter) pour que l'étoile ne restât pas sensiblement bien pointée pendant quelques secondes, temps parfaitement suffisant pour le genre d'observation dont nous avons parlé.

Nous allons maintenant indiquer le moyen d'enregistrer mécaniquement à la fois l'instant de l'observation et la

situation des limbes de l'instrument et spécialement celle du limbe azimutal.

Pour enregistrer la situation du limbe azimutal de l'alt-azimut en un instant donné, il suffit d'établir en dehors de l'instrument un chariot N portant une pointe fine tel que les appareils de ce genre que l'on emploie dans les machines à graduer pour tracer un trait délié sur une règle, après que la vis micrométrique a amené ce charriot dans la position convenable.

Le mouvement de la pointe du chariot N doit être dirigé vers le centre du limbe azimutal de l'instrument.

Cela posé, après avoir calé sensiblement l'alt-azimut sur un astre, on amène dans la direction du chariot N, dont les guides sont solidement fixés sur un pilier P indépendant de l'instrument, un arc de cercle M tournant autour de l'axe vertical de l'alt-azimut, et on arrête fortement cet arc de cercle sur le limbe azimutal, à l'aide de vis de pression, de sorte qu'il suive désormais le mouvement azimutal de la lunette.

Cet arc de cercle M est recouvert d'une plaque de métal poli, et le tout est disposé de telle sorte, qu'en faisant mouvoir le chariot N, un trait délié est tracé sur cette plaque, un très petit mouvement du chariot N étant d'ailleurs suffisant pour que ce résultat soit obtenu et le chariot N rappelé ensuite à sa place par un ressort. Enfin un microscope O supporté par le pilier P, sur lequel sont, comme nous l'avons déjà dit, fixés les guides du chariot N, est joint à l'appareil. Ce microscope est disposé de manière à permettre de voir le trait tracé par le chariot N aussitôt que ce trait vient d'être marqué, et il est assez élevé au-dessus de la plaque pour ne pas gêner le mouvement de la pointe du chariot N. Dans le microscope O sont deux fils croisés supportés par un micromètre, qui permet de les pointer sur le trait.

Il est maintenant facile de comprendre le jeu du système.

Lorsque l'astre est pointé et reste pointé par suite du mouvement de l'instrument commandé par l'horloge à pendule conique, l'observateur n'a qu'à pousser le chariot lorsqu'il trouve son pointé bon, et après avoir continué à son aise pendant deux ou trois secondes la vérification de son pointé, il n'a plus qu'à désengrener l'instrument que le mouvement d'horlogerie cesse alors de commander et qui s'arrête. Les mouvements, pour pousser le chariot et désengrener l'instrument, peuvent être faits par l'observateur, de sa place, à l'aide de tiges convenablement disposées. Lorsque l'instrument est bien arrêté, l'observateur pousse de nouveau le chariot qui marque un nouveau trait, et il pointe le microscope sur ce second trait ; faisant alors tourner l'instrument de manière à amener le premier trait sous le microscope ainsi pointé, il donne de nouveau à l'alt-azimut la position qu'il avait à l'instant où le chariot a été mis en mouvement la première fois, et par conséquent à l'instant de l'observation. Il n'y a plus alors qu'à lire la situation de l'instrument à l'aide de ses microscopes, comme à l'ordinaire.

L'opération dont nous venons de parler peut être faite avec une précision aussi grande que l'on veut, car l'exactitude ne dépend que de la finesse du trait et du grossissement du microscope O. D'ailleurs, comme il n'y a pas de flexion dans le sens azimutal, l'arc de cercle M, qui reste à peu de chose près dans la même direction et qui est d'un très petit nombre de degrés, peut avoir un très grand rayon ; il suffit pour cela que le chariot soit loin du centre de l'alt-azimut.

A cause de l'excentricité de l'instrument, il sera bon qu'il y ait des traits de repère tels que celui que nous venons de décrire, tracés à la fois aux deux extrémités d'un même diamètre du limbe horizontal, au Nord et au Sud, par exemple.

Mais il ne suffit pas d'enregistrer la situation de l'instrument, il faut que l'heure de l'observation soit aussi enregistrée, et l'heure de l'observation est l'instant même où on pousse le chariot N. Ce qu'il y a de mieux à faire est donc d'employer dans ce but le mouvement du chariot lui-même, soit en lui faisant établir un courant électrique qui tracera un point sur un chronographe électrique, soit en le faisant agir sur la détente d'un chronomètre à pointage. Les dispositions mécaniques à prendre dans ce but sont trop simples pour que nous nous y arrêtions. L'emploi de l'électricité n'est pas nécessaire d'après ce que nous venons de dire, mais il est avantageux comme simplifiant beaucoup les mécanismes, tant pour mettre le chariot N en mouvement à l'aide d'un électro-aimant par l'effet d'un courant établi par l'observateur, que pour enregistrer l'instant du mouvement de ce chariot.

On voit que, par les dispositions que nous avons décrites précédemment, le problème que nous nous sommes proposé, de faire disparaître les équations personnelles, est complètement résolu. On peut, en se fondant sur le même principe, modifier beaucoup les dispositions mécaniques ; ainsi, au lieu d'un chariot pour porter la pointe traçante, on peut se servir d'une tige un peu longue tournant autour d'un axe vertical et décrivant un très petit arc, dont la tangente au milieu de cet arc passerait par le centre de l'alt-azimut ; ou bien on peut appliquer les mêmes dispositions au cercle vertical, pour le cas où l'on voudrait avoir l'instant d'un passage par une hauteur donnée, ou enfin on peut les employer pour le cercle équatorial, si on veut les passages par un angle horaire donné (1).

(1) Le mouvement du cercle équatorial étant uniforme et conduit par une vis, on pourrait se servir de cette vis si elle était disposée de manière à être micrométrique (ce qui ne présente

On pourrait enfin, au lieu de ces procédés mécaniques, se servir de la photographie pour projeter sur une plaque collodionnée l'image des fils d'une petite lunette auxiliaire portée par l'un des limbes, spécialement le limbe azimutal de l'instrument.

Une vive étincelle électrique d'une forte batterie de Bunzen donnerait une lumière suffisante pour obtenir une image instantanée. Mais ce dernier moyen, d'une précision pour ainsi dire indéfinie, aurait l'inconvénient d'entraîner des manipulations qui transformeraient une observation en expérience, chose que l'on doit toujours éviter autant que possible dans les sciences où les observations doivent être fréquemment répétés. Les procédés mécaniques que nous avons décrits sont plus que suffisants pour correspondre à l'exactitude d'un pointé, et ils ont l'avantage de ne pas compliquer les observations qui seraient aussi faciles et aussi simples qu'avec les instruments méridiens actuels. — Si nous indiquons les procédés photographiques, c'est uniquement pour faire voir que nous ne nous sommes arrêté au moyen que nous avons proposé en premier lieu qu'après mûre réflexion et expériences préliminaires pour reconnaître et apprécier la bonté de ce procédé.

La possibilité d'obtenir des mouvements parfaitement réguliers et continus a spécialement été pour nous l'objet

pas de difficulté, puisque l'instrument n'aura jamais à décrire à la fois qu'un très petit arc sous l'influence de la pendule conique), pour connaître le chemin fait par l'instrument depuis l'instant où le pointé a été jugé bon, jusqu'à l'arrêt de l'instrument. Il suffirait pour cela que l'enregistrement de l'instant de l'observation eût lieu sur le tambour de la vis, ou mieux sur une bande de papier dont le développement serait guidé par la rotation de ce tambour. On pourrait aussi appliquer un procédé semblable à la vis micrométrique de la lunette méridienne mue par un mécanisme convenable. Nous traiterons plus tard ce sujet avec plus de détails.

d'une étude spéciale, et cette possibilité n'est pas douteuse par les moyens que nous avons indiqués, ainsi que nous l'avons reconnu par des essais préliminaires.

La plaque portée par l'arc de cercle M et sur laquelle la pointe du chariot N tracera, devra être disposée de manière à pouvoir être aisément remplacée lorsqu'elle sera trop chargée de traits. Ajoutons encore que les deux traits tracés pour une même observation se trouveront toujours très rapprochés, et par suite visibles à la fois sous le microscope O. Leur distance pourra être mesurée, si l'on veut, par le micromètre de ce microscope, de sorte qu'au lieu de ramener l'instrument à la position qu'il occupait lors de l'observation, on pourra, si l'on préfère, faire les lectures dans la situation où il sera arrêté, et corriger cette lecture de l'intervalle des deux traits pour ramener à l'instant de l'observation.

C'est en vain qu'on espèrerait porter plus de précision dans l'astronomie en multipliant les observations au-delà d'un certain nombre. Les moyennes ne peuvent être exactes que dans la limite des erreurs des procédés employés. Deux éléments entrent dans les observations astronomiques : les angles et le temps. Pour les mesures angulaires, les erreurs dues au sens de la vue ont été reculées par le grossissement des lunettes, mais pour l'appréciation du temps, nous en sommes encore à l'estime grossière et primitive. Or, le procédé que nous indiquons a pour effet d'amplifier, pour ainsi dire, le temps, comme la lunette amplifie l'espace. En effet de même que, par les lunettes, la limite du sens de la vue dans la mesure des angles, limite qui est la minute, est reculée, puisqu'alors des secondes et des fractions de secondes nous apparaissent comme des minutes, de même pour la mesure du temps, un passage qui avait lieu en une fraction de seconde est transformé par le nouveau procédé en un pointé que l'on peut faire en plusieurs secondes et dont on a le

temps d'apprécier la qualité. *L'application du mouvement continu aux instruments, avec enregistrement mécanique instantané de l'heure et de la situation de l'instrument* complètera donc le progrès commencé par l'application des lunettes aux cercles, et, par conséquent, là réside le plus grand progrès que l'on puisse faire faire désormais à l'astronomie de précision, ou plus exactement encore, par là sera réellement créée l'astronomie de précision.

Nous citerons ici, comme l'un des exemples les plus curieux des incertitudes que laissent les observations méridiennes et de l'impossibilité de porter plus loin la précision avec elles, la comparaison des ascensions droites des étoiles fondamentales en 1755, données par Bessel dans ses Fundamenta et par M. Le Verrier dans ses Annales. Les unes et les autres ont été cependant déduites d'observations de la même époque faites dans le même lieu, avec les mêmes instruments et par le même observateur. Seulement, tandis que Bessel n'a employé qu'une partie des observations de Bradley, M. Le Verrier s'est servi de la totalité. Abstraction faite de certaines différences dans les éléments de réduction (constantes de l'observation, de la nutation, mouvements propres), les différences des ascensions droites données par M. Le Verrier et par Bessel sont :

γ Pégase	+ 0,122	Procyon	— 0,030
α Bélier	— 0,016	Pollux	— 0,070
α Baleine	+ 0,036	α Hydre	— 0,067
Aldebarau	+ 0,005	Regulus	— 0,085
La Chèvre	+ 0,005	β Lion	— 0,072
Rigel	+ 0,071	β Vierge	+ 0,035
β Taureau	+ 0,176	L'épi	+ 0,005
α Orion	+ 0,067	Arcturus	— 0,001
Sirius	+ 0,086	α^1 Balance	+ 0,152
Castor	— 0,016	α^2 Balance	+ 0,237

α Couronne	— 0,005	β Aigle	+ 0,159
α Serpent	+ 0,176	α¹ Capricorne	— 0,027
Antarès	+ 0,121	α² Capricorne	+ 0,059
α Hercule	— 0,050	α Cygne	— 0,100
α Ophiuchus	— 0,104	α Verseau	— 0,068
Wega	— 0,035	Fomalhaut	— 0,040
γ Aigle	+ 0,183	α Pegase	+ 0,050
α Aigle	+ 0,007	α Andromède	+ 0,016

Les différences ci-dessus ont lieu de surprendre, quand on pense au grand nombre des observations employées dans les 2 cas, et à ce fait, que les 2 catalogues sont fondés sur des observations communes et que le nombre seul diffère.

Dans un tableau de réduction donné par M. Le Verrier, à la page 275 du tome 2 des Annales, on voit des moyennes de 40 observations diverger de $0^s,156$ pour la différence d'ascension droite des deux mêmes groupes d'étoile. On remarque enfin avec les observations de Bradley une variation de cette différence, qui semble périodique suivant la saison et qui s'élève à $0^s,120$ entre mars et juin, tandis que dans les observations faites à Greenwich de 1840 à 1850 par d'autres observateurs et avec d'autres instruments, M. Le Verrier trouve bien des différences à peu près de même grandeur 0^s 108, mais qui ne suivent nullement la même période.

En présence de cette divergence de résultats, nous croyons parfaitement justifier notre conclusion qu'il faut plutôt chercher de nouveaux procédés d'observation, que de s'attacher à l'aide des observations méridiennes à appliquer aux tables existantes de nouvelles corrections sur lesquelles on sera forcé de revenir sans cesse.

Le procédé que nous avons décrit pour la suppression des équations personnelles permettrait même d'éliminer

l'observateur et de le remplacer par une glace colodionnée. Il suffirait pour cela d'employer des combinaisons dans lesquelles le fil du réticule serait supprimé et remplacé par une ligne brillante réfléchie par l'objectif, comme l'a déjà fait M. Porro dans plusieurs instruments ingénieux. L'instrument suivant le ciel, les images de ce réticule lumineux et celles des étoiles se peindraient ensemble sur la plaque, puisqu'on pourait prolonger l'action de la lumière le temps nécessaire. On sait que déjà M. Bond, aux États-Unis et M. Delarue, à Londres ont obtenu des images photographiques de planètes et d'étoiles même d'un faible éclat, à l'aide d'un équatorial et d'un mouvement d'horlogerie. Le procédé que j'indique ne serait donc que la reproduction de la même expérience. Pour transformer ces épreuves photographiques en observations, il suffirait donc vers l'instant milieu de l'épreuve, d'enregistrer simultanément l'heure et la situation de l'instrument, comme nous l'avons indiqué pour la suppression des équations personnelles. La distance des milieux des images lumineuses remplaçant les fils aux centres des images des étoiles, mesurée au microscope donnerait des observations d'une excessive précision. La distance connue des fils ferait d'ailleurs connaître la grandeur de l'échelle en arc. Une différence entre le mouvement d'horlogerie et le mouvement du ciel se traduirait par un allongement des images des étoiles, mais en prenant le milieu, l'observation ne serait pas altérée par cette petite inégalité de mouvement.

Au lieu d'enregistrer la situation de l'instrument, au milieu de la formation de l'épreuve, il serait plus précis que l'ouverture et la fermeture du chassis renfermant la glace sensibilisée, déterminassent elles-mêmes un enregistrement simultané de l'heure et de la situation du limbe azimutal.

M. Faye a déjà proposé d'employer la photographie pour observer les passages au méridien, en appliquant à la lunette une plaque qui suivrait le mouvement du ciel. Dans ce cas le réticule · tracerait une bande et les étoiles, des points. Par cet ingénieux procédé, les équations personnelles disparaîtraient, mais non les inégalités de la pendule, comme avec les observations dans plusieurs azimuts. En outre, il est plus que douteux que l'on parvienne à photographier les étoiles pendant le jour, du moins sans éteindre, par le grossissement de l'oculaire, l'éclat du ciel qui brulerait les épreuves. Les observations des différences d'ascension droite de deux étoiles auraient donc toujours lieu dans la même saison, et le mouvement périodique des pendules exercerait conséquemment une influence très grande sur ces différences.

Quant aux déclinaisons, la photographie ne leur est guère applicable en restreignant les observations aux hauteurs méridiennes, tant à cause des mouvements possibles de la plaque, que par l'impossibilité de déterminer ainsi la réfraction correspondant aux rayons chimiques. La grande absorption de l'atmosphère sur ces rayons, absorption qui, comme l'a fait voir M. Crooke, ne laisse les plus éloignés au-delà du violet ne nous parvenir que quand l'astre est près du zénith, compliquerait considérablement la construction de ces tables de réfraction. Les déclinaisons ne pourront donc guère être obtenues photographiquement avec précision que par des observations azimutales ; ce qui ramène au procédé que nous avons décrit. Ajoutons que dans les observations photographiques, il convient d'employer des objectifs de long foyer afin de supprimer les oculaires pour le grossissement de l'image. Comme nous avons indiqué le moyen de faire disparaître les équations personnelles sans employer la photographie, c'est à la pratique de faire connaître quel degré de précision cette addition de

la photographie au procédé pourrait introduire, et nous ne nous étendrons pas davantage sur ce sujet.

Nous ajouterons toutefois la remarque suivante dont il faudrait tenir compte dans le cas où l'on ferait une application. L'alt-azimut muni d'un mouvement parallactique diffère de l'équatorial, en ce que ses fils restent verticaux et horizontaux. Il en résulte donc qu'encore bien qu'une étoile située dans l'axe optique de la lunette s'y maintienne pendant que le mouvement de l'horlogerie fait suivre le ciel à l'alt-azimut, il n'en est pas de même d'une étoile située sur le bord du champ, laquelle paraît décrire un cercle autour de cet axe optique. Il s'ensuit donc que si on place au foyer de l'objectif une glace colodionnée, les images des étoiles sauf celles du centre formeront de petits arcs de cercle. Toutefois, comme le temps de la pose n'est pas long, ces arcs seront très courts, et les images auront en réalité l'aspect de points allongés. Pour les observations on prend le milieu de ces points, quoique l'inconvénient dont nous parlons n'existe pas puisqu'on n'emploie que les étoiles du milieu du champ. Un petit mouvement de rotation de la plaque pendant la pose réduirait toutes les images à des points. Si on recourait à ce dernier moyen, il faudrait que ce mouvement n'eût lieu que pendant la pose, durant laquelle le réticule lumineux ne tracerait pas. Mais avant et après le tracé de l'image des étoiles, on obtiendrait celui du réticule lumineux, la glace étant alors fixe. Ce serait à la moyenne de ces deux positions du réticule sur la glace que l'on rapporterait les positions des étoiles. Comme pour les observations, on n'aurait à employer que des étoiles du milieu du champ; je crois toutefois cette complication inutile.

Sur les procédés optiques qui peuvent dans les grands instruments azimutaux faire connaitre avec précision les erreurs instrumentales, au moment même des observations.

Nous avons antérieurement indiqué les moyens de déterminer l'inclinaison des axes horizontaux et verticaux des instruments et de corriger les observations azimutales des erreurs dues à ces inclinaisons. Nous avons examiné les dispositions qu'il convient de donner à l'axe horizontal, et nous avons fait voir comment, à l'aide du niveau, on peut reconnaître l'inégalité des deux tourillons de cet axe, et les irrégularités qui proviennent du défaut de cylindricité de ces tourillons. Nous avons vu qu'il est nécessaire, pour que le nivellement soit bon, que les pattes du niveau reposent sur la partie des tourillons qui supporte le poids de l'instrument (*a*).

Or, les tourillons ont forcément, pour la solidité, une certaine longueur, et conséquemment, si indépendamment de la courbure que leur donne la flexion et de leur défaut de cylindricité dans le sens des génératrices des cylindres, ils n'ont pas leurs axes situés exactement sur une même ligne

(*a*) Cette condition elle-même ne suffit pas lorsqu'on a égard au défaut d'homogénéité de l'axe et aux variations de diamètre qu'il éprouve dans la partie centrale. C'est ainsi, par exemple, que M. Porro a fait remarquer que dans la lunette méridienne de l'observatoire de Paris, construite par Gambey, la partie centrale de l'axe composée de deux cônes opposés forme une pièce massive peu flexible, pour ainsi dire liée presque invariablement à la lunette, de telle sorte que les flexions doivent avoir lieu surtout près des tourillons. C'est sans doute pour ce motif que Gambey avait disposé son niveau de manière qu'il portât sur les deux extrémités de cette pièce centrale. Toutefois, comme la flexion n'est nulle dans aucune partie de l'instrument, il ne suffit pas lorsqu'on veut une grande précision, de s'en rapporter aux mesures de l'inclinaison fournies par le niveau.

droite, mais au contraire s'ils font un angle entre eux, la distance des points des tourillons qui portera sur les coussinets, variera suivant l'inclinaison de la lunette, tandis que la distance des pattes du niveau est constante. Conséquemment la condition précédente pour que le nivellement soit bon ne sera pas possible. C'est là le cas général. Toutefois, vu les soins apportés dans la construction des tourillons et des coussinets, les erreurs à craindre sont petites. Ce qui fait qu'avec les niveaux on peut connaître très approximativement la situation des axes. Il reste cependant une petite incertitude.

Nous venons de parler ici des axes horizontaux. Hâtons-nous d'ajouter que des faits analogues ont lieu pour les axes verticaux. Remarquons, de plus, que la sensibilité des niveaux est limitée à l'angle où le frottement fait équilibre à la force ascensionnelle de la bulle d'air, et qu'elle est restreinte par de petites anomalies dans la capillarité provenant des variations de densité, de courbure et peut-être d'état électrique du verre. Il est donc à désirer que, sans abandonner les niveaux, à cause de la facilité de leur emploi, on se serve pour la détermination des erreurs instrumentales de l'alt-azimut, d'autres procédés qui n'admettent pas les mêmes objections, qui puissent servir à l'étude des tourillons, et qui, par suite, perfectionnent l'emploi du niveau, en faisant connaître les erreurs qu'il donne dans les diverses situations de l'instrument. Un système convenable de collimateurs va nous permettre d'atteindre ce résultat.

Considérons d'abord l'axe vertical de l'instrument dont les variations de direction réagissent sur l'inclinaison de l'axe de la lunette.

La disposition donnée ordinairement à cet axe par les constructeurs est celle d'un cylindre terminé à ses deux extrémités par des cônes tronqués, dont les sommets, en

supposant les cônes prolongés, seraient du même côté, de telle sorte que l'axe entre facilement dans son support et est soutenu par ces deux cônes qui frottent dans toute leur surface, tandis que la partie cylindrique ne frotte pas. Lorsque l'axe est en place dans la situation verticale, les deux cônes sont donc renversés.

Quand l'instrument est lourd, on place à l'extrémité du cône tronqué inférieur une pointe qui vient appuyer sur un ressort qui équilibre en partie le poids de l'instrument. Par là, le frottement de l'axe sur les coussinets coniques dans lesquels il repose est diminué de la quantité nécessaire, tout en laissant un poids suffisant pour une bonne adhérence.

Par une bonne exécution de ces diverses pièces, les artistes arrivent à ce résultat, que l'axe d'un théodolite étant ramené à la verticale par deux nivellements faits dans deux plans rectangulaires, le niveau de l'instrument ne varie pas sensiblement en le faisant tourner autour de cet axe. Pour éviter tout ballottement, il faut porter une attention spéciale à ce que les deux cônes frottent à la fois, résultat pour lequel l'élasticité des pièces et la flexion due au poids de l'instrument, facilitent beaucoup les constructeurs. Il est de plus nécessaire que les axes des deux cônes soient exactement en ligne droite, sans quoi la direction de l'axe variera pendant la rotation.

Quelque soin que l'on mette à la réalisation de ces diverses conditions, on ne peut parvenir à l'exactitude mathématique; il y a donc lieu d'étudier les variations de direction que prend l'axe en tournant, variations qui se reproduisent identiques lors d'un retour à une même position.

Remarquons, en passant, que l'on pourrait augmenter la stabilité des axes verticaux par une petite modification de construction qui consisterait toujours à terminer l'axe infé-

rieurement par un cône tronqué, roulant dans un cône ou mieux une pyramide tronquée triangulaire, mais à laisser cylindrique la partie supérieure frottante. Cette partie supérieure entrerait dans un prisme triangulaire, et serait poussée par un ressort dans l'un des angles de ce prisme. La stabilité de l'axe serait alors très grande, et il ne pourrait intervenir pour produire des changements de direction de l'axe que les défauts de cylindricité, de conicité, et l'angle des axes du cône et du cylindre frottants.

Les changements de direction qui peuvent en résulter pour l'axe pourront alors être étudiés dans chaque situation du limbe alidade par rapport au limbe gradué, à l'aide d'un collimateur pointant sur un bain de mercure et placé dans l'axe vertical ou à côté de cet axe et parallèlement à lui. La situation du collimateur dans l'axe même est préférable, d'abord parce que le bain de mercure ne devra pas être aussi grand que si ce collimateur était excentrique, et de plus parce que les lectures pourront avoir lieu dans toutes les situations de l'instrument, sans que l'on soit jamais gêné par ses pieds-supports.

Pour placer le collimateur dans l'axe vertical lui-même, il faut supprimer la pointe placée à la partie inférieure de cet axe et qui, portant sur un ressort, annulle une partie du poids de l'instrument. Mais cet allégement peut également avoir lieu en plaçant vers le milieu de l'axe un deuxième cône renversé comme celui de l'extrémité inférieure. Ce second cône entrera dans une pyramide tronquée triangulaire, qui ne sera nullement fixe et que des ressorts ou des contrepoids pousseront de bas en haut, sans exercer d'action latérale appréciable. L'axe pourra alors être creux, ses extrémités seront dégagées, l'inférieure pourra recevoir une lentille et la supérieure des fils croisés et un oculaire.

Par des mouvements de rappel, on pourra faire varier la

position de ces fils croisés de manière à rendre l'axe optique du collimateur (qui est déterminé par la croisée de ces fils et le centre optique de l'objectif) parallèle à l'axe de rotation.

Au-dessous de ce collimateur sera disposé un bain de mercure (*a*). L'oculaire de ce collimateur est formé d'un microscope composé. Entre ce microscope et les fils est placée une lame de verre plane, transparente et à faces sensiblement parallèles. A l'aide de cette lame, on réfléchit vers les fils la lumière d'une lampe assez voisine de la lame pour que les rayons réfléchis tombent sur toute la surface de l'objectif (condition indispensable pour que tout l'objectif soit employé, sans quoi on pourrait avoir des erreurs). On voit alors dans le microscope composé, et à travers la lame transparente, les fils du collimateur et leur image réfléchie par le bain de mercure. La croisée de ces fils doit coïncider avec son image lorsque l'axe optique est vertical. Outre

(*a*) Il faut employer des bains rectangulaires de 30 à 40 centimètre de côté. On a toujours alors de belles images, comme me l'a prouvé l'expérience, même quand de petits bains circulaires sont très agités par les oscillations du sol. On peut poser le bain directement sur le sol ; mais il faut l'abriter contre les courants d'air.

Dans les lieux où, par suite des trépidations du sol dues aux voitures, comme à Paris, par exemple, où les pointés sur le bain de mercure ne peuvent avoir lieu à toutes les heures du jour, on pourrait, après avoir pointé sur le bain de mercure à un instant de la nuit où il y aurait tranquillité, disposer un miroir sur des vis de calage au-dessus de ce bain et amener ce miroir à l'horizontalité parfaite à l'aide du collimateur vertical auquel on n'aurait pas touché après son pointé sur le bain de mercure. On se servirait de ce miroir jusqu'à ce que l'on trouvât un nouvel instant de tranquilité, et comme on n'y toucherait pas dans cet intervalle, il aurait nécessairement une stabilité plus grande que l'axe de l'instrument, dont il pourrait servir à mesurer les variations de verticalité.

les fils fixes dont nous venons de parler, il convient de plus que le collimateur soit muni de deux micromètres rectangulaires, dont l'un ait son mouvement parallèle à l'axe horizontal de la lunette, axe dont les supports sont fixés sur le cercle alidade.

Le micromètre dont le mouvement est parallèle à l'axe de rotation de la lunette de l'alt-azimut, fera connaître l'inclinainaison de l'axe vertical dans ce sens qui est celui où cette inclison réagit sur celle de l'axe horizontal de l'instrument. Le second micromètre fera connaître l'inclinaison dans le sens perpendiculaire, c'est-à-dire dans le sens où on mesure les hauteurs des astres. Lorsqu'on ne s'occupe pas de la mesure des hauteurs, on peut donc se passer de ce second micromètre. Les valeurs des parties de ces micromètres auront d'ailleurs été déterminées sur le ciel, comme pour tous les collimateurs.

Pour régler les fils croisés du collimateur, de telle sorte que l'axe optique de ce collimateur soit parallèle à l'axe de l'instrument, il faut leur donner par tâtonnement une position telle, que l'axe soit vertical et que l'image réfléchie des fils tombe sur l'image directe. La vérification de la verticalité de l'axe a lieu comme avec le niveau, en ce que la rotation de 180° ne doit pas modifier cette coïncidence de l'image directe et de l'image réfléchie. Cette vérification doit se faire dans deux plans rectangulaires. Après cet ajustement, lorsqu'il n'y a pas coïncidence, la distance des deux images, mesurée avec le micromètre, fait connaître l'inclinaison dans le sens du mouvement de ce micromètre.

Nous avons déjà fait voir que pour la détermination de la collimation, un grand alt-azimut devait être muni de deux collimateurs opposés, A et B, pouvant être dirigés l'un sur l'autre. Cette détermination de la collimation deviendra très rigoureuse si, dans l'axe horizontal de la lunette de

l'alt-azimut, se trouve un collimateur C comme celui de l'axe vertical, avec cette différence que, comme il ne s'agit pas ici d'observer par réflexion, un oculaire ordinaire est suffisant. Perpendiculairement au méridien et horizontalement, sera disposée une lunette collimateur C pouvant être pointée sur celle de l'axe de l'instrument, et réciproquement. On peut alors pointer la lunette de l'instrument sur le collimateur nord A, le collimateur de l'axe étant en même temps pointé snr le collimateur C perpendiculaire au méridien. Retournant alors la lunette pour pointer sur le colli-sud B, en veillant à ce que la lunette de l'axe reste pointée, on peut déterminer exactement la collimation de l'instrument.

La collimation étant ainsi déterminée, si on pointe la lunette de l'alt-azimut sur un bain de mercure en lui appliquant un oculaire tel que celui que j'ai décrit pour le collimateur dans l'axe vertical, l'image réfléchie des fils devra se former sur les fils eux-mêmes si l'axe optique de la lunette est vertical. Dans le cas contraire, la distance des deux images fera connaître l'angle de cet axe optique et de la verticale. Cet angle est égal à la somme de la collimation plus l'inclinaison de l'axe de rotation horizontal. La collimation étant connue, on connaît donc l'inclinaison. Dirigeant alors le collimateur C sur le collimateur de l'axe horizontal de la lunette, on peut amener ce collimateur C à une parfaite horizontalité ou connaître son erreur d'horizontalité.

Si pendant les expériences précédentes on a eu soin que le collimateur de l'axe vertical fût exactement pointé sur le bain de mercure, on peut faire tourner l'instrument de 90° autour de cet axe. Puis alors agissant sur le calage de l'instrument de manière à ramener cet axe à la verticalité, s'il s'en est écarté, on peut rendre les collimateurs A et B horizontaux comme le collimateur C.

On peut encore rendre horizontaux les collimateurs A et B de la manière suivante : ces deux collimateurs étant pointés l'un sur l'autre, on dirige la lunette de l'instrument sur un d'eux A par exemple, le collimateur de l'axe vertical étant en même temps pointé sur le bain de mercure. On fait ensuite tourner l'instrument de 180° autour de son axe vertical, et si on a maintenu le collimateur de l'axe vertical pointé sur le bain de mercure, la lunette doit être pointée sur le collimateur B, si les collimateurs B et A sont horizontaux. Dans le cas contraire la différence de pointé en hauteur fait connaître le double de l'inclinaison de ces collimateurs. Il faut toutefois dans ce cas que le collimateur de l'axe vertical ait deux micromètres rectangulaires.

Les collimateurs A, B, C étant horizontaux, si on dirige sur l'un d'eux le collimateur de l'axe horizontal, et si on fait prendre à la lunette de l'instrument les diverses positions qu'elle peut prendre autour de son axe en mesurant avec le niveau dans chacune de ces positions l'inclinaison de ce dernier, la comparaison de ces nivellements avec celui que l'on déduira du pointé sur le collimateur fera connaître la correction à appliquer au niveau pour les différentes hauteurs de la lunette. Après cette étude, le niveau pourra être employé avec exactitude à la mesure de l'inclinaison dans tous les azimuts où on ne peut pas pointer sur un collimateur. On aura un contrôle de ces opérations par la détermination de l'inclinaison par les pointés directs et par réflexion d'une circompolaire à ses azimuts extrêmes comme nous l'avons déjà indiqué précédemment.

Le collimateur nadiral de l'axe vertical permettra de même de comparer les inclinaisons de cet axe obtenues par pointé sur le bain de mercure avec celles que fournissent les niveaux dans deux plans rectangulaires; par là on fera la table des corrections à appliquer au niveau pour les

divers azimuts du zéro de l'alidade, de sorte que, dans les instants où le pointé au nadir n'est pas possible à cause des oscillations du sol, on peut se servir du niveau avec une grande exactitude.

On voit que, par les moyens qui précèdent, on obtiendra une détermination très précise des erreurs instrumentales, et on s'en servira pour corriger les observations. Cela vaut beaucoup mieux que d'éliminer les erreurs instrumentales par des renversements de l'instrument, parce que ces renversements supposent les axes parfaits, ce qui n'a pas lieu ordinairement.

Quand le bain de mercure est observable, on peut, quel que soit l'azimut et la hauteur où l'on observe, déterminer l'inclinaison de la lunette sans le niveau. Il suffit, en effet, pour cela d'amener le collimateur de l'axe de la lunette sur le collimateur C, ce qui donne dans la position actuelle de l'instrument l'inclinaison de l'axe horizontal. On détermine alors par le collimateur nadiral l'inclinaison de l'axe vertical dans le sens où elle agit sur celle de l'axe horizontal, et on déduit de ces deux déterminations l'angle des deux axes. Amenant ensuite l'instrument dans un azimut quelconque, il n'y a plus qu'à mesurer l'inclinaison de l'axe vertical par le collimateur nadiral pour en dédnire celle de l'axe horizontal. A la rigueur, notre système de collimateurs permettrait d'abandonner l'emploi des niveaux, qui ne doivent être conservés qu'à cause de leur commodité.

Remarquons ici que l'alt-azimut se change en lunette méridienne et fournit des observations de même nature et de même précision que celles de ce dernier instrument, quand le collimateur de l'axe horizontal de la lunette est pointé sur le collimateur C. On a au contraire l'instrument des passages dans le premier vertical si ce même collimateur de l'axe horizontal est pointé sur l'un des collimateurs A et B.

De plus, en y ajoutant les dispositions que nous avons indiquées précédemment pour faire disparaître les équations personnelles, il peut servir de machine parallactique. C'est donc un instrument qui réunit tous les autres instruments de l'astronomie.

En général, quand deux collimateurs doivent être visés l'un sur l'autre, on peut remplacer l'un deux par un miroir, en observant avec le second collimateur, l'image réfléchie des fils sur le miroir qui remplace le premier collimateur. Cela ne change rien aux diverses vérifications de collimation ou d'inclinaison auxquelles ils sont destinés. Ainsi on peut remplacer l'un des collimateurs A et B par un miroir.

Mais de tous les collimateurs, celui qu'il est le plus avantageux de remplacer par un miroir, est celui de l'axe horizontal de la lunette de l'instrument. Ce miroir peut alors être placé très près du milieu de cet axe horizontal (*a*). Il se trouve alors invariablement lié au corps même de la lunette, et peut donner la vraie inclinaison de l'axe, c'est-à-dire celle du milieu de cet axe, tandis qu'un collimateur dont l'objectif serait dans un des tourillons et le réticule dans l'autre, ne servirait qu'à faire connaître les variations de hauteur de ces tourillons, lesquelles, à cause des anomalies des flexions de l'axe qui est composé de pièces hétérogènes et de diamètre variable, peuvent être très différentes des

(*a*) Il peut être presque sensiblement à ce milieu même si l'oculaire est au centre des mouvements de l'instrument, et dans le cas où la lunette est portée par son centre, il pourrait sans intercepter le cône des rayons allant de l'objectif à l'oculaire, n'être éloigné du milieu de cet axe horizontal que du quart du diamètre de l'objectif environ. On peut même le former de deux miroirs demi-circulaires, placés l'un d'un côté de ce cône de rayons, l'autre du côté opposé, et réglés parallèlement de manière à réfléchir dans le même sens.

variations d'inclinaison de l'élément milieu de l'axe, celui autour duquel en réalité la lunette tourne. Le miroir placé comme nous venons de le dire, est observé à l'aide du collimateur C et à travers l'un des tourillons qui est percé. Les considérations que nous venons de développer prouvent qu'il faudrait bien se garder de placer le miroir collimateur de l'axe à l'une des extrémités de cet axe. On n'aurait pas alors la vraie inclinaison.

Le miroir dont nous venons de parler et qui doit être placé au centre de l'axe horizontal de la lunette ne sert pas seulement à mesurer les variations d'inclinaison de cet axe, il sert aussi à mesurer les variations d'azimut que ce même axe peut éprouver dans la rotation de la lunette. A cet effet le collimateur C doit être muni de deux micromètres, l'un vertical, l'autre horizontal. De plus, le miroir de l'axe horizontal de la lunette peut être percé, et n'être autre que le miroir percé fixé invariablement sur un prisme à angle droit tournant avec lui et avec la lunette, pour s'assurer de la constance de la collimation par le moyen que nous avons décrit plus haut en parlant de la collimation. Enfin le collimateur C, au lieu d'être invariablement fixé perpendiculairement au méridien, peut partager le mouvement azimutal de l'instrument autour de son axe vertical ; mais il ne doit pas tourner avec l'axe horizontal de la lunette dont il doit être entièrement indépendant. Dans ces conditions il est le même collimateur C que celui dont nous avons parlé en indiquant le moyen de s'assurer de la constance de collimation, et comme il est naturellement amené à la perpendicularité au méridien quand la lunette est visée sur l'un des collimateurs A ou B, et comme il est indépendant de la rotation de l'axe horizontal de cette lunette, il se trouve servir exactement aux mêmes usages que s'il était invariablement fixé dans le méridien, comme nous l'avons supposé dans le commencement de ce chapitre.

Pour tourner avec l'instrument, le collimateur C doit être solidement fixé sur le limbe, et par là il sert à reconnaître si dans la rotation de l'instrument autour de son axe vertical, la pression exercée à la partie supérieure de cet axe pour le faire tourner et la résistance due au frottement de sa partie inférieure, ne produisent pas une torsion de cet axe dans la partie comprise entre la lunette et le limbe, torsion qui aurait pour effet de changer la lecture du limbe à laquelle répond la direction de la lunette, mais qui pourra être mesurée, si elle a lieu, à l'aide de ce collimateur C.

Ainsi en résumé, le collimateur dans l'axe vertical pour viser au bain de mercure, le miroir avec prisme pour la collimation dans l'axe horizontal, le collimateur C porté par le limbe, et les collimateurs A et B dans le méridien, suffisent pour déterminer avec précision les erreurs instrumentales dans toutes les positions de la lunette. Il ne nous reste plus maintenant qu'à parler des erreurs de graduation du limbe.

Étude de la graduation du limbe.

Quelque précision que l'on mette à la graduation des instruments, cette graduation ne peut être rigoureuse, et les erreurs ne sont pas négligeables quand on veut obtenir une grande exactitude. On ne doit alors considérer les traits gravés sur l'instrument que comme des repères dont la situation est connue au moyen d'une étude spéciale.

Lorsqu'on veut étudier la graduation d'un limbe quelconque, on doit le mettre dans la situation horizontale, afin de faire disparaître les flexions. Pour l'alt-azimut, le cercle azimutal remplit nécessairement cette condition, de sorte que l'étude en est facile.

Dans les théodolites et en général dans tous les instruments azimutaux, on a l'usage d'employer des doubles cer-

cles, de sorte que la répétition existe dans le sens azimutal. C'est une condition qui facilite beaucoup l'étude des graduations.

Nous n'ignorons pas que le principe si remarquable de la répétition des angles, imaginé par Mayer, a été l'objet d'attaques nombreuses dans ces dernières années. Deux causes d'erreurs lui sont reprochées : la première consiste en ce que les vis des instruments peuvent céder pendant les divers mouvements de rotation, la seconde en ce qu'on peut se tromper sur le nombre des répétitions ou des circonférences, par faute d'inattention.

Il y a lieu de répondre à cela qu'au lieu de rejeter un principe aussi fécond pour quelques petits défauts, il vaut mieux s'occuper des moyens de faire disparaître les inconvénients reconnus, ce qui, dans le cas présent, n'offre aucune difficulté.

En effet, pourquoi se fier aveuglément à la fixité des vis de pression ? Rien n'empêche évidemment de faire supporter au cercle alidade un microscope très puissant muni d'un micromètre, à l'aide duquel on puisse pointer la division la plus rapprochée du cercle gradué, avant de faire mouvoir ensemble le système des deux cercles. Si alors l'un de ces cercles tourne plus que l'autre, le microscope l'accusera immédiatement, et l'erreur pourra être corrigée. De même le support de l'instrument peut être muni d'un second microscope que l'on pointera sur le cercle gradué lorsque le cercle alidade doit tourner seul, afin de s'assurer que ce dernier n'entraîne aucunement le premier. Avec ces précautions si simples et si faciles, l'inconvénient du défaut de solidité des vis de pression disparaît.

Quant aux erreurs sur le nombre des répétitions ou des circonférences, il est aisé de les éviter en faisant à chaque opération une lecture de l'angle obtenu, non pour s'en servir

comme résultat définitif, mais pour pouvoir vérifier le nombre des opérations.

Lorsque l'instrument est répétiteur, on peut, en prenant les précautions faciles que nous venons d'indiquer, étudier aisément la graduation. Nous avons déjà vu les moyens de placer des collimateurs exactement perpendiculaires les uns aux autres. A l'aide de ces collimateurs, les arcs de 90° peuvent être étudiés; mais on peut étudier un arc quelconque en ajoutant aux collimateurs A, B, C de l'instrument dont nous avons antérieurement parlé, un quatrième collimateur horizontal et mobile D. Alors, pour déterminer l'erreur de l'arc de N degrés, on amènera d'abord le cercle alidade sur le zéro du cercle gradué, puis on fera tourner le système des deux cercles pour pointer la lunette de l'instrument sur le collimateur A. Arrêtant alors le cercle gradué, on amènera le zéro de l'alidade sur la Ne division; puis calant l'instrument, on pointera le collimateur D sur la lunette de l'alt-azimut. Les axes optiques des collimateurs A et D feront ainsi entre eux un angle égal à celui des divisions zéro et N du limbe azimutal. On n'aura plus alors qu'à mesurer cet angle par la méthode de répétition, en le répétant un grand nombre de fois, de manière à employer plusieurs fois la circonférence entière. Si l'arc N est trop petit pour que, par suite des dimensions de leurs objectifs, les collimateurs A et D puissent faire cet angle en restant pointés sur l'instrument, on étudiera de cette manière les arcs M et N+M, M étant un angle arbitraire choisi en conséquence. Ces deux angles étant connus, leur différence N sera également connue.

Pour parvenir à employer plusieurs fois la circonférence entière en faisant les répétitions, on peut, après avoir répété l'arc N un nombre K de fois, déplacer le collimateur D et le pointer sur la lunette de l'instrument qui alors a décrit l'arc

NK. On répétera alors l'arc NK comme on répétait l'arc N. De cette manière, on peut répéter l'arc suivant les puissances d'un nombre, et par suite répéter un nombre immense de fois en quelques instants. Conséquemment les erreurs de graduation peuvent être obtenues par ce moyen avec une extrême précision. Nous remarquerons de plus que, par ce procédé, l'erreur de graduation est connue sans que la valeur des parties des microscopes qui servent à lire les fractions sur le limbe y intervienne. On ne se sert, en effet, de ces microscopes que pour la lecture de l'angle final, et alors la fraction mesurée par eux est divisée par un nombre tellement grand qu'elle n'influe pas sensiblement sur l'angle primitif.

Si l'instrument n'est pas répétiteur, on pourra également employer la méthode que je viens de décrire.

Il suffira pour cela d'ajouter un nouveau collimateur E, pouvant, comme D, être déplacé, mais qui serait situé à une distance du centre de l'instrument, plus grande que D et que A, de façon à pouvoir passer derrière ces deux collimateurs (*a*). De plus le cercle alidade devra porter une lunette F, coudée à l'aide d'un prisme, et pouvant être arrêtée sur une partie quelconque de ce cercle et dirigée sur un des collimateurs horizontaux. La lunette F sera coudée pour que son mouvement ne soit pas gêné par la lunette de l'altazimut. Sans cette précaution, cette dernière ne permettrait pas que F fût pointée sur des collimateurs horizontaux de même niveau qu'elle. Pour que l'axe optique de F et celui

(*a*) Nous ferons remarquer que, pendant qu'on se sert des collimateurs D et E, on ne se sert pas des collimateurs B et C, dont nous avons parlé précédemment. D et E peuvent donc n'être que ces derniers que l'on déplacera à volonté. Trois collimateurs horizontaux en tout suffisent ainsi pour toutes les vérifications de collimation, de nivellement et de graduation.

de l'alt-azimut puissent faire un angle quelconque, F tournera autour d'un axe vertical supporté par une pièce s'ajustant à volonté sur les piliers qui, fixés sur le cercle alidade, soutiennent la lunette de l'instrument.

Cela posé, on opérera de la manière suivante : ayant pointé le premier microscope du cercle alidade sur la division zéro du limbe, on pointera le collimateur A sur la lunette de l'instrument. Puis on fera tourner le cercle alidade jusqu'à ce que son microscope soit pointé sur la division N du limbe, et on pointera le collimateur D sur la lunette dans cette nouvelle position. A et D feront alors, comme précédemment, le même angle que les divisions zéro et N du limbe. Ramenant alors la lunette sur A, on pointera F sur D, puis faisant tourner le cercle alidade de manière à diriger la lunette sur D, on pointera E sur la nouvelle position prise par F. Alors, A et E feront un angle double de A et D. En amenant ensuite la lunette sur E, et pointant E sur F dans sa nouvelle position, A et E feront un angle triple de A et D, et ainsi de suite. On répètera l'angle autant qu'on le voudra; après quoi, on fera la lecture de l'angle final, et on la divisera par le nombre des répétitions. On pourra, comme précédemment, augmenter le nombre des répétitions en répétant des angles multiples, de manière à obtenir que la totalité du limbe serve plusieurs fois pour bien éliminer, par la grandeur du diviseur, l'erreur finale due à la graduation. Quand les angles à répéter seront trop petits, on y joindra un angle arbitraire comme précédemment.

Au reste, on peut abréger les opérations en déterminant de cette manière les grandes divisions seulement, et se servant ensuite des microscopes pour juger de la division de ces grandes parties en plusieurs autres.

Dans tout ce qui précède, nous n'avons pas tenu compte

de l'excentricité du limbe. Si cette excentricité était rigoureusement constante, il est clair qu'en opérant comme nous venons de le dire, on serait en droit de la négliger, puisqu'on aurait déterminé les angles formés par les lignes idéales menées de l'axe aux divers traits, de sorte que le défaut d'excentricité rentrerait dans les erreurs de graduation.

Mais si les cônes frottants de l'axe n'ont pas leurs génératrices rigoureusement droites, et si ces cônes ne sont pas rigoureusement des surfaces de révolution, circonstances qui se produisent nécessairement dans la pratique, il arrive que dans la rotation de l'instrument, l'axe s'élève et s'abaisse dans la verticale suivant les parties frottantes et l'axe idéal change à chaque instant. Par conséquent l'angle formé par les lignes idéales réunissant deux divisions à cet axe idéal varie avec la rotation. Ce n'est donc pas cet angle variable, que l'on doit se proposer de déterminer. Mais comme dans ces variations de l'axe idéal, quand l'angle que forment avec lui les divisions *o* et N par exemple augmente, l'angle formé avec ce même axe idéal par les divisions 180° et 180° + N diminue, de telle sorte que la moyenne de ces deux angles est constante; c'est donc cette moyenne qui doit être déterminée, et alors dans la pratique, quand on mesure un angle, on doit toujours lire deux microscopes opposés de sorte que la moyenne des deux lectures soit la mesure de l'angle cherché.

Ainsi dans la détermination des erreurs de graduation, on ne doit pas rechercher comme nous venons de l'indiquer l'erreur des divisions *o* et N, mais la moyenne des erreurs des arcs *o*, N et 180, 180 + N. Pour cela, il suffit de modifier très légèrement les procédés que nous venons d'indiquer.

D'abord, dans le cas d'un cercle répétiteur, on amène la division *o* du cercle alidade sur la division *o* du cercle gradué, puis faisant tourner le système des deux cercles, on

pointe la lunette de l'instrument sur le collimateur A. Laissant alors le cercle gradué calé, on décale le cercle alidade et on amène sa division 180° sur la division 180° du cercle gradué. La lunette ne se trouve plus alors exactement pointée sur le collimateur A, mais avec le micromètre on mesure la distance du fil milieu de cette lunette à l'image du fil de A, on amène le fil du micromètre au milieu de cette distance et on dirige A sur le fil de ce micromètre.

On amène ensuite le zéro de l'alidade sur la N^e^ division du limbe, puis calant l'instrument, on pointe le collimateur D sur la lunette de l'alt-azimut. On décale de nouveau le cercle alidade, on amène sa division 180 sur la division 180 + N du cercle gradué. La lunette n'est plus alors pointée sur D. On mesure comme précédemment avec son micromètre, l'écart de son fil milieu et de l'image du fil de D, puis mettant le fil de son micromètre au milieu de l'intervalle, on pointe D sur ce fil. Les collimateurs A et D font alors entre eux un angle égal à la moyenne des angles *o*, N et 180, 180 + N. On n'a plus alors qu'à répéter cet angle en prenant les mêmes précautions que pour l'obtenir d'abord. A part ces précautions, cette répétition peut se faire comme nous l'avons dit précédemment.

Dans le cas où l'instrument ne serait pas répétiteur, il faudra également faire en sorte que l'angle des collimateurs A et D soit égal à la moyenne des angles des divisions *o* et N, 180 et 180 + N. Pour cela on calera d'abord les microscopes sur les divisions *o* et 180° du limbe, et on pointera A sur la lunette de l'instrument. On décalera alors l'alidade, et on amènera sur la division N le microscope qui était sur *o*, et on pointera D sur la lunette dans sa nouvelle position. On décalera de nouveau l'alidade et on amènera le microscope qui était sur 180° sur la division 180° + N. On mesurera alors comme précédemment avec le micro-

mètre de la lunette la distance de son fil milieu à l'image du fil de D, puis mettant le fil de ce micromètre dans le milieu de l'intervalle, on pointera D sur lui, A et D feront alors l'angle cherché. La mesure de l'angle de A et D se fera ensuite en répétant cet angle, comme nous l'avons dit, sans y rien changer.

Dans ce qui precède nous avons supposé le cercle gradué fixe et l'alidade mobile. En général c'est le contraire qui a lieu, mais cela ne change rien à la manière d'opérer que nous venons de dire. Pour la stabilité et afin de ne pas toucher à l'instrument quand il est pointé, il vaut mieux que ce soit le cercle gradué qui soit mobile, et que les microscopes soient scellés dans les piliers.

Nous ferons remarquer que les collimateurs nécessaires pour déterminer les erreurs de graduation par les procédés que nous venons d'indiquer devant être pointés sur la lunette de l'instrument et réciproqnement, on ne peut les remplacer par des miroirs.

On peut encore déterminer les erreurs de graduation des cercles, en faisant passer successivement tous les intervalles des divisions sous les deux mêmes microscopes opposés. La somme de tous ces intervalles étant pour chaque microscope égale à 360°, on en déduit la valeur en arc des tours des micromètres de ces microscopes, et par suite la valeur en arc de chacun des intervalles, puisqu'on a pour chacun d'eux la valeur en tours et fractions de tours. Mais cette méthode qui est celle que l'on emploie ordinairement a le défaut de donner un résultat qui n'est pas indépendant des irrégularités de circularité du limbe, tandis que la méthode des collimateurs telle que nous venons de la décrire, en est totalement indépendante.

Il importe que, pendant ces opérations, toutes les parties des limbes soient à la même température autant que possi-

ble, encore bien que le rôle des températures soit beaucoup moindre que quand l'opération dépend des valeurs des tours des micromètres des microscopes, comme cela a lieu dans les études faites jusqu'ici sur les graduations des cercles. Mais, au reste, pour un limbe horizontal, la condition de température constante dans toutes ses parties ne présente pas de difficultés à réaliser.

Des dispositions les plus avantageuses à donner aux instruments azimutaux.

Il existe un très grand nombre de dispositions très avantageuses que l'on peut donner aux instruments azimutaux, et lorsqu'on fait construire un instrument de cette nature, la question de la somme pécuniaire que l'on peut y affecter joue nécessairement un grand rôle dans le choix de la disposition. Nous n'avons donc pas la prétention de décrire les mille formes diverses que l'on peut choisir, mais nous indiquerons ici comme type deux dispositions qui nous paraissent très avantageuses. L'une est pour un instrument de grande dimension dans lequel on ne voudrait rien négliger; l'autre pour un instrument de dimension moyenne devant être construit à peu de frais et réunissant cependant toutes les conditions de précision nécessaires pour faire le catalogue des étoiles fondamentales.

1° Instrument de grande dimension.

Les conditions à réunir sont les suivantes :

1° La lunette doit pouvoir être dirigée sur tous les points du ciel; — 2° Les observations doivent avoir lieu par pointé et non par estimation de passages; — 3° Il faut que la collimation et l'inclinaison de l'axe puissent être connues dans toutes les situations de l'instrument; — 4° L'ensemble de l'instrument, la lunette exceptée, doit être maintenu dans

une température aussi égale et aussi constante que possible, afin que le limbe azimutal se maintienne à la même température dans toutes ses parties, condition indispensable pour la constance de la graduation et par suite pour la précision des observations; — 5° Le corps de la lunette doit au contraire différer le moins possible de la température de l'air, et posséder la même température dans toutes les parties, pour éviter les altérations des images par des réfractions anormales, etc.; — 6° Il faut que l'objectif soit éloigné de toute surface, ou échauffée par le soleil, ou refroidie par le rayonnement nocturne, et qui produirait dans l'air des mouvements donnant lieu à des ondulations ou à des réfractions anormales; — 7° L'observateur doit être à l'aise pour observer dans toutes les régions du ciel; il convient que de sa place, sans avoir à se déranger, il puisse s'assurer de l'état des corrections de son instrument, et avoir le moins possible à se déplacer soit pour faire les lectures du limbe, soit pour caler son instrument, afin que les observations soient rapidement faites et qu'il puisse passer d'une étoile à l'autre sans perdre beaucoup de temps; — 8° L'observateur doit être à l'abri du froid et du vent, question qui n'est pas non plus sans importance pour la qualité des observations; — 9° Enfin il faut que la torsion de l'axe vertical ne puisse modifier la situation relative de la lunette et du zéro du limbe.

Réunir ensemble dans un instrument toutes ces conditions, présente de grandes difficultés. Cependant on peut y parvenir de la manière suivante:

On établira d'abord un axe vertical d'une grande longueur afin de donner une assez grande stabilité à l'instrument. La partie supérieure de cet axe se divisera en deux bras portant les coussinets sur lesquels reposeront les tourillons de l'axe horizontal portant la lunette dont l'axe optique passera ainsi par le centre des mouvements de l'instrument. L'ocu-

laire de la lunette sera près de ce centre des mouvements, à 15 à 20 centimètres environ et du côté de l'axe opposé à l'objectif. Par là l'observateur placé sur une estrade située à la hauteur de la partie supérieure de l'axe vertical, immédiatement au-dessous du point où cet axe se divise en deux branches pour recevoir l'axe horizontal, sera au centre de l'instrument et pourra viser à tous les points du ciel sans changer de place. Le cercle azimutal de 1^m à 2^m de rayon au moins, et percé d'un grand trou au centre, sera supporté immédiatement au-dessous de l'axe horizontal par les deux bras supérieurs de l'axe vertical, de sorte que l'observateur sera au-dessous de ce limbe, et que ce dernier et la lunette supportés par les même bras de l'axe vertical et à la même hauteur à peu près, éprouveront les mêmes changements d'azimut, quelle que soit d'ailleurs la torsion de l'axe vertical. Ce limbe azimutal sera au-dessous du centre des mouvements de la lunette d'un peu plus seulement qu'une demi-épaisseur du tube de cette dernière afin qu'elle puisse prendre la position horizontale et même un peu plongeante. L'axe horizontal de la lunette portera aussi vers ses extrémités des contrepoids pour l'objectif. Il existe plusieurs manières de disposer ces contrepoids sans gêner l'observateur ou sans être gêné par le cercle azimutal; le mieux serait de placer du côté de l'objectif à 15 ou 20 centimètres de l'axe horizontal, une barre horizontale parallèle à cet axe, formant en son milieu un anneau ceignant le tube de la lunette et qui serait reliée solidement à l'axe horizontal près de ses extrémités. La longueur de cette barre dépasserait le diamètre du cercle azimutal, et à ses deux extrémités seraient fixées perpendiculairement à elle et parallèlement à la lunette deux autres tiges se prolongeant du côté opposé à l'objectif et portant les contrepoids. Il est alors évident que dans la rotation de la lunette, la barre horizontale dont nous

venons de parler ne rencontrerait ni les supports de l'axe horizontal, ni le collimateur placé dans le prolongement de cet axe et dont nous parlerons plus loin. Si on voulait même équilibrer le poids de l'instrument pour soulager les tourillons comme on le fait pour les lunettes méridiennes, rien n'empêcherait que cette barre portât des deux côtés de l'axe horizontal et au-delà de cet axe, deux roues dont les centres seraient dans le prolongement de l'axe en question, et sur lesquelles agiraient les contrepoids. Si l'on tenait à ce que l'axe optique de la lunette pût répondre aux diverses graduations du limbe,cela pourrait avoir lieu dans la disposition que nous venons de décrire sans grande difficulté,mais si les graduations sont étudiées dans la position même où le limbe sert, cela devient inutile. La lunette auxiliaire F dont nous avons parlé au chapitre des erreurs de graduation s'adapterait sur une pièce reposant au-dessus des coussinets de la lunette de l'instrument.

Le plancher sur lequel se tient l'observateur doit être comme d'usage indépendant du pilier dans lequel est maintenu l'axe vertical de l'instrument, afin que les vibrations dues au mouvement de l'astronome ne se communiquent pas à ce pilier. Ce dernier doit être percé d'une voûte dans la direction du nord au sud et sous cette voûte se trouve l'appareil que nous avons décrit en parlant des équations personnelles, pour donner le mouvement parallactique à l'instrument, afin de pouvoir substituer des opérations de pointé aux estimations de passage; deux piliers opposés portent les appareils que nous avons décrits pour l'enregistrement dans ce but de la situation de l'instrument au moment de l'observation.

Il me serait impossible de décrire ici sans figure les moyens que l'on pourrait employer pour que l'observateur puisse de sa place commander ces appareils, et caler l'appa-

reil pour le mouvement parallactique, mais cela ne présente aucune difficulté sérieuse.

Pour déterminer les corrections de l'instrument, deux collimateurs A et B seront placés au nord et au sud, et comme l'oculaire de la lunette n'est pas exactement au centre des mouvements de l'instrument, on pourra viser ces deux collimateurs l'un sur l'autre en plaçant la lunette verticalement, l'axe dirigé de l'est à l'ouest et en ouvrant le tube de cette lunette. Un collimateur C sera porté par le cercle gradué dans le prolongement de l'axe horizontal qui sera creux, et un miroir collimateur sera porté vers le milieu de cet axe. Ce miroir sera percé, et il lui sera adjoint le système de prisme, de miroir et d'anneau réflecteur sphérique à l'objectif que nous avons décrit en parlant de la collimation, pour s'assurer de la constance de cette collimation pendant la rotation de la lunette. Avec ce système de collimateurs, on aura tout ce qu'il faut pour connaître la collimation dans toutes les situations de l'instrument, et pour reconnaître si l'axe horizontal de la lunette répond toujours à la même graduation du limbe pendant sa rotation.

Mais avec les dispositions que nous avons décrites ci-dessus, la lunette ne peut pas être pointée sur le bain de mercure, de sorte que pour obtenir optiquement l'inclinaison de l'axe, il faut opérér de la manière suivante :

D'abord l'axe vertical de l'instrument doit être creux et contenir un collimateur pour viser sur un bain de mercure avec deux micromètres, l'un parallèle, l'autre perpendiculaire à l'axe horizontal. Le bain de mercure est placé soit au-dessus de l'appareil destiné à donner le mouvement parallactique et alors il est suspendu à la voûte creusée dans le pilier, soit au-dessous de ce même appareil et de la totalité de l'axe, auquel cas l'axe horizontal de cet appareil doit

être coupé en son milieu, ainsi que la tige parallèle à la lunette, et cet axe et cette tige sont reliés par un cercle évidé au centre.

A et B étant pointés l'un sur l'autre, on a alors leur inclinaison en visant successivement sur eux soit avec la lunette de l'alt-azimut, soit avec le collimateur C dont l'objectif déborde le miroir collimateur de l'axe horizontal, pourvu qu'on maintienne dans les deux cas le collimateur de l'axe vertical pointé sur le bain de mercure. L'inclinaison de A et B étant connue, on a alors celle de C qui est perpendiculaire au miroir de l'axe horizontal, et on en déduit l'angle de C et du collimateur de l'axe vertical. La lecture de ce dernier, et la détermination à l'aide du micromètre de C de l'angle du miroir collimateur de l'axe horizontal avec l'axe optique optique de C permet alors d'avoir l'inclinaison de cet axe dans toutes les positions de l'instrument.

Pour maintenir l'instrument dans une température aussi constante que possible, il doit être renfermé dans une petite coupole tournante, munie d'une fente comme à l'ordinaire. L'instrument étant de grande dimension, la lunette est très longue, et elle sort par la fente de la coupole laquelle coupole doit être aussi petite que possible pour que l'objectif se trouve éloigné de sa surface. Mais pour empêcher les courants d'air d'entrer à l'intérieur de la coupole par la fente, un système de trappes doit glisser sur cette fente et la tenir toujours fermée sauf dans l'étendue d'un mètre carré environ pour le passage de la lunette. Sur les bords de cette ouverture est attachée la base d'un cône en cuir dont le sommet est lié autour de l'oculaire, de telle sorte que la coupole est entièrement fermée, la lunette seule sortant totalement en dehors. Rien alors de plus facile que de maintenir constante la température intérieure, sans avoir à craindre aucun courant d'air ou aucune détérioration des

images. L'observateur se trouve par là à l'abri du froid et du vent. La constance de la température intérieure serait parfaite si on recourait dans ce but aux régulateurs électriques de la température de M. Du Moncel. La lunette au contraire plongée en entier dans l'air extérieur en partage à peu près la température. Quand on ne se sert pas de l'instrument on lui donne une direction un peu plongeante, on recouvre l'objectif, on ferme entièrement la trappe de la coupole et alors la lunette peut recevoir la pluie sans inconvénient. La grande lunette de M. Porro est ainsi exposée à l'air et cette disposition a l'avantage de permettre d'éviter les frais de la construction d'une coupole gigantesque. Il faut toutefois reconnaître que dans le cas de grand vent, il peut en résulter une oscillation de la lunette, mais on la prévient par une grande solidité, et même avec des coupoles, on est forcé de ne pas observer pendant les tempêtes.

Il est très important que les parois de la lunette aient sensiblement la même température dans toutes leurs parties. Tout récemment encore un astronome célèbre, M. Faye appelait l'attention sur se point. « Mon troisième et dernier conseil, dit-il (*a*), est basé sur un fait peu connu, dont les astronomes n'ont guère tenu compte jusqu'à ce jour malgré sa réalité et son importance. Je veux parler des réfractions anormales qu'en certains cas très fréquents l'air contenu dans les lunettes fait immanquablement subir aux rayons lumineux. Si la lunette destinée à l'observation de l'éclipse reste exposée en plein air aux rayons du soleil longtemps avant le moment de la plus grande phase, on peut être certain que l'air échauffé s'y disposera en couches de densités variables parallèlement aux parois du tuyau,

(*a*) Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, tome 45, séance du 14 décembre 1857, dans une note sur les éclipses centrales de soleil de 1857.

c'est-à-dire dans la direction même des rayons qui vont faire image au foyer. Alors ces rayons traversant ces couches inégalement chaudes sous des incidentes rasantes, y éprouveront des réfractions progressives que j'ai étudiées et que j'ai trouvées très sensibles. Ce sont ces réfractions qui,dans les télescopes d'Herschel (là leur influence est encore plus à redouter que dans les lunettes) et dans l'équatorial de Greenwich, ont produit parfois la singulière déformation du disque de Saturne en un carré arrondi sur les angles ; ce sont elles qui prêtaient aux étoiles vues à l'aide de la grande lunette de Cauchoix, à l'observatoire de Cambridge, de magnifiques appendices rayonnants d'une symétrie parfaite. Il n'est peut-être pas d'observation astronomique où cette influence ne se fasse sentir à quelque degré. Elle explique par exemple, comment les mesures exécutées dans le cours d'une même soirée sur les étoiles doubles, avec un plein succès apparent, discordent néanmoins avec les mesures prises dans la soirée suivante, malgré l'identité des circonstances extérieures. Elle agit snr les mesures des disques planétaires, sur celles des coordonnés célestes prises aux instruments méridiens, sur les apparences présentées par Vénus ou Mercure sur le soleil, et surtout sur les qualités optiques des grandes lunettes. S'il était possible d'en garantir entièrement les grands télescopes de M. Lassel et de lord Ross, je ne doute pas que ces merveilleux instruments ne se montrassent supérieurs à ce qu'ils ont été jusqu'ici. »

Ce qui précède suffit pour faire voir la nécessité de régulariser la température du tube de la lunette, question dont, comme le dit bien M. Faye, les astronomes ne se sont pas assez préoccupés jusqu'ici. Le moyen que nous proposons, consisterait à entourer le tube de la lunette de deux manchons en cuivre mince séparés l'un de l'autre et de la lunette de un à deux centimètres. Un courant d'air pris à l'exté-

rieur entrerait dans le premier manchon près de l'oculaire et se porterait jusqu'à l'objectif en tournant plusieurs fois en spirale par l'effet de cloisons convenablement disposées autour du tube de la lunette. Parvenu à l'extrémité du tube du côté de l'objectif, ce courant reviendrait vers l'oculaire par le manchon extérieur également en tournant en spirale autour du premier manchon. Un tube flexible en fil métallique recouvert de caoutchouc amènerait l'air extérieur au premier manchon près de l'oculaire, un second tube semblable aboutissant au second manchon également près de l'oculaire emporterait l'air qui aurait circulé autour de la lunette. Un aspirateur agissant sur ce second tube, produirait le courant, et les bouches d'aspiration et de sortie étant très loin de l'objectif ne produiraient dans l'air extérieur aucun mouvement pouvant nuire à la précision des observations. Dans le cas où ce courant d'air produirait de petites vibrations, l'observateur l'arrêterait au moment de son pointé, et après avoir fait son observation, il remettrait le courant en mouvement. Cette disposition que favorise le placement de l'oculaire près du centre des mouvements, maintiendra certainement et dans tous les cas, le tube de la lunette à une température égale dans toutes ses parties et voisine de celle de l'air. Le courant d'air pourrait être produit soit par un aspirateur mis en mouvement par un moteur, soit par un foyer d'appel. Le tube de la lunette avec ses deux manchons et son courant d'air serait prolongé avec avantage un peu au-delà de l'objectif, afin soit d'éviter pour ce dernier les rayons du soleil pendant le jour, soit de diminuer le rayonnement de cet objectif vers le ciel pendant la nuit.

Tous les mouvements soit de la coupole soit de l'instrument pourront être commandés de sa place par l'observateur. C'est là une condition mécanique trop facile à remplir pour nous arrêter à la décrire ici.

Les microscopes du cercle seront dirigés vers le centre de l'instrument et auront une longueur suffisante pour que l'observateur puisse faire les lectures placé sur son estrade près de l'oculaire. Pour la même raison, le microscope composé servant d'oculaire au collimateur C sera long et retourné à l'aide de deux prismes de telle sorte que son oculaire soit près de celui de la lunette. Enfin l'oculaire de l'axe vertical est naturellement près de l'observateur, qui fera ainsi toute son observation en restant au centre de l'instrument. Le cercle de hauteur pour le calage sera petit et placé près de l'oculaire ; le calage en hauteur se fera à l'aide d'un niveau.

Toutes les conditions que nous avons posées pour un grand instrument au commencement de ce chapitre, sont donc remplies dans la description qui précède.

Les lectures que l'observateur aura à faire après chaque pointé sont : les microscopes du limbe azimutal,—les microscopes pour l'intervalle des traits depuis le pointé jusqu'à l'arrêt de l'instrument, — le collimateur vertical, — le collimateur C de l'axe horizontal 1° pour les fils réfléchis sur le miroir de l'axe, 2° pour les fils réfléchis sur le miroir de l'objectif, — la réflexion des fils de la lunette sur eux-mêmes par l'anneau réflecteur de l'objectif, — l'heure du pointé sur le chronographe.

On aura ainsi une observation d'une extrême précision.

2° *Instrument de petite dimension.*

On peut faire un instrument très précis et peu coûteux en employant, comme me l'a conseillé M. Faye, une disposition analogue à celle que M. Steinheil a prise pour une lunette méridienne, et qui consiste en une lunette horizontale tournant autour de son axe optique et portant en dehors de son objectif un prisme à réflexion totale par lequel les rayons lumineux déviés à angle droit lui sont renvoyés.

La disposition analogue que nous proposons pour un alt-azimut serait donc la suivante :

Un axe vertical très long pour donner beaucoup de stabilité à l'instrument,porterait à sa partie supérieure un cercle azimutal gradué. Une alidade fixée sur le cercle soutiendrait à ses deux extrémités deux supports très courts terminés par deux coussinets recevant la lunette avec son prisme, l'objectif et l'oculaire débordant des deux côtés opposés du cercle gradué, et un niveau reposerait sur les deux tourillons creux de l'axe renfermant la lunette. Cette dernière se trouverait reposer presque immédiatement sur le cercle gradué, afin que la torsion de l'axe vertical n'amène pas de déplacement relatif de cette lunette et de ce limbe.

L'oculaire étant à la hauteur de l'œil, l'astronome observerait en tournant autour du pilier. Les microscopes seraient placés verticalement au-dessous du limbe et leurs oculaires seraient munis de prismes pour renvoyer les rayons à angle droit. Tout l'instrument, le pilier compris, serait renfermé dans une espèce de boîte dont l'oculaire et l'objectif de la lunette et les oculaires des microscopes seuls sortiraient. La partie supérieure de cette boîte suivrait la lunette dans sa rotation, mais elle ne réagirait pas sur cette lunette parce que les trous pour la sortie de l'oculaire et de l'objectif seraient assez grands pour permettre de petits mouvements de la lunette sans changer la position de la boîte. Ces trous pourraient être fermés par une étoffe liée à des anneaux tournant autour de l'objectif et de l'oculaire. Par là le limbe azimutal pourrait être maintenu à une température constante dans toutes ses parties.

Sous le limbe azimutal, l'axe vertical porterait une roue dentée sur laquelle engrènerait une autre roue dentée de même diamètre dont l'axe porterait l'appareil que nous avons décrit pour faire suivre en azimut à l'instrument le

mouvement d'une étoile. Tout le système que nous avons décrit en parlant des équations personnelles pour permettre d'observer par pointé au lieu d'estimer les passages serait adapté sans difficulté à l'instrument.

Deux collimateurs A et B pouvant être visés l'un sur l'autre seraient placés tangentiellement au cercle décrit par le milieu du prisme de l'objectif, de sorte que dans une certaine position azimutale de la lunette, ils serviraient à en déterminer la collimation, en faisant tourner la lunette sur elle-même. Ces deux collimateurs pourraient être visés l'un sur l'autre, en écartant la lunette de cette position. Une rigole remplie de mercure ou un bain de mercure portatif servirait ensuite à déterminer par la réflexion des fils sur eux-mêmes l'inclinaison de l'axe optique de la lunette, dans toutes les directions azimutales. Pour ces diverses opérations, il faudrait que le réticule de la lunette se composât, outre les deux fils à angle droit pour le pointé des astres, du fil d'un micromètre de position.

Pour achever de perfectionner l'instrument, il faudrait que le prisme n'occupât pas toute l'ouverture de la lunette de sorte que l'on pût observer la réflexion des fils sur eux-mêmes produite par un miroir fixe vertical, porté par une seconde alidade fixée sur le cercle azimutal. Par là, la détermination de la collimation deviendrait indépendante des irrégularités des tourillons, et après chaque observation, on pourrait reconnaître si la lunette en tournant n'a pas varié soit en azimut, soit en inclinaison. De plus, si le prisme était étamé sur un centimètre carré environ de sa surface tournée vers le ciel, on reconnaîtrait par la réflexion des fils sur cette surface, si la collimation reste constante pendant la rotation.

Le cercle de hauteur serait du côté de l'oculaire, et comme ce dernier sortirait de la boîte, le calage se ferait par un niveau.

Un instrument, même de petite dimension, ainsi construit serait très commode pour l'observateur et peu dispendieux. Au point de vue de la précision, il remplirait complètement son but et suffirait pour faire le catalogue des étoiles fondamentales à l'aide d'observations azimutales, en un mot, il remplacerait avec d'immenses avantages les grands cercles méridiens qui sont plus coûteux.

De la formation d'un catalogue d'étoiles fondamentales a l'aide d'observations azimutales.

Nous allons maintenant examiner la manière dont on devra diriger dans la pratique les observations et les calculs. Nous reprendrons pour cela l'équation (6) fournie par les observations combinées de deux étoiles observées successivement à quelques minutes d'intervalle, équation que nous avons donnée au commencement de ce Mémoire avant de traiter des *instruments azimutaux et de leurs corrections*, et nous allons faire voir que les équations de condition de cette forme peuvent être très différentes et donner parfaitement toutes les inconnues si on combine les observations en conséquence.

Sur les situations des astres dans lesquelles on ne peut pas observer.

Si l'une des deux étoiles, celle de déclinaison D par exemple et que nous appellerons E, qui ont concouru à la formation de l'une des équations (6), a été observée dans le plan que l'on suppose être le méridien, auquel cas les valeurs approchées de a et de φ à substituer dans cette équation sont zéro, on a alors $\sin\varphi = o$; $\cot a = \infty$; $\operatorname{cosec} a = \infty$: $\cos\varphi = 1$; $\cos a = 1$. La valeur de N se réduit à cosec a ou à l'infini et celle de P à $o \times \infty$. Pour voir alors ce que devient l'équation (6), nous en diviserons

tous les termes par N qui, comme nous venons de le dire, est égal à cosec a ou à l'infini. Dès lors $\frac{MN'}{N}$ et $\frac{ON'}{N}$ sont égaux à zéro puisque N est infini, $\frac{P}{N}$ est égal à — sin φ cosec a et par conséquent se trouve encore de la forme $o \times \infty$, et $\frac{QN'}{N}$ se reduit à sin φ cos a ou zéro.

Pour savoir ce que devient alors réellement $\frac{P}{N}$ dans le cas que nous considérons, nous remarquerons que l'équation (1) donne

$$\text{Sin } \varphi \cot a = \text{tg } D \cos l - \sin l \cos \varphi$$

Or pour $a = o$ et $\varphi = o$, cos a et cos φ sont égaux à 1 et cette équation devient

$$\sin \varphi \operatorname{cosec} a = \text{tg } D \cos l - \sin l$$

donc $$\frac{P}{N} = \sin l - \text{tg } D \cos l.$$

L'équation (6) divisée par N devient donc dans le cas considéré

$$(7) \qquad - M' \,\delta l + N' \,\delta A - O' \,\delta D' + [(\sin l - \text{tg } D \cos l) N' - P'] \,\delta a - Q' = o.$$

Si le méridien a été exactement déterminé par les azimuts extrêmes des circompolaires, δa est nul et l'équation (7) ne renferme que les trois inconnues δl, δA et δD'.

Mais dans la pratique, on ne peut observer l'étoile E au méridien exactement qu'en faisant cette observation par une estimation de passage et avec un instrument parfaitement rectifié. En employant le système de pointé que nous avons proposé de substituer aux estimations des passages, on peut faire l'observation excessivement près du méridien, mais il n'est pas possible de répondre que le pointé ait lieu dans le méridien même. De plus, les erreurs de collimation et

d'inclinaison d'axe fournissent une petite correction à appliquer à la lecture du limbe pour avoir l'azimut vrai de l'observation. On ne pourra donc pas employer l'équation (7) dans laquelle δa serait nul, mais on connaîtra la différence de l'azimut dans lequel on a observé et du méridien, quand ce dernier est connu, et si cette différence n'est que de quelques secondes, on en mettra la valeur connue à la place de δa dans l'équation (7), qui ne renfermera que les trois inconnues δl, δ A et δ D', comme si on avait observé rigoureusement dans le méridien.

Ainsi, quoique certains coefficients de l'équation (6) deviennent infinis ou paraissent indéterminés quand l'une ou l'autre des deux étoiles passe au méridien, on voit que les observations peuvent également avoir lieu dans ce cas, et même qu'il en résulte une simplification de l'équation et la disparition d'une des inconnues.

Il n'y a donc aucun motif de rejeter les observations près du méridien, comme la forme de l'équation (6) semblait le faire craindre au premier abord. Il n'existe d'ailleurs aucun azimut autre que le méridien où les coefficients de cette équation deviennent infinis ou prennent des formes indéterminées, et par conséquent à ce point de vue, l'équation (6) admet des observations dans tous les verticaux.

Nous avons déjà dit que l'inclinaison i de l'axe de la lunette introduit sur l'azimut une correction ε' dont l'expression est

$$(8) \qquad \varepsilon' = i \operatorname{tang} h,$$

et la collimation c jointe à l'aberration diurne donne lieu à une autre correction ε fournie par la formule

$$(9) \qquad \varepsilon = (c + 0'', 31 \cos l \cos a) \sec h. \qquad (a)$$

(a) Nous rappellerons que dans ces formules a est compté de 0° à 360° en partant du point nord par l'ouest, et h de 0° à 90°; i est positif si le tourillon le plus élevé est celui de la droite de

En approchant du zénith, tang h et sec h augmentent très rapidement, les formules cessent de donner une approximation suffisante et une petite erreur soit sur i ou c, soit sur h, donne une erreur notable sur les corrections. Les lectures azimutales ne peuvent donc être corrigées des erreurs instrumentales avec une approximation convenable près du zénith, et cette approximation ne serait certainement pas suffisante plus près de ce point que 10°.

Résulte-t-il de là que les observations voisines du zénith ne puissent être employées ? Non, nous allons faire voir qu'elles donneront toute la précision désirable, pourvu qu'elles ne soient pas dans les environs du premier vertical.

Il existe, en effet, deux moyens de corriger une observation azimutale des erreurs de l'instrument, puisque ces observations consistent à noter d'une part l'heure d'un pointé azimutal, de l'autre la lecture azimutale répondant à ce même pointé. Or, on peut considérer ou que les erreurs instrumentales ont altéré la lecture azimutale répondant à l'instant du pointé, ce qui donne lieu aux corrections dans la forme où nous les avons déjà présentées, ou bien, on peut admettre que ces mêmes erreurs ont altéré l'heure du pointé répondant à la lecture azimutale réellement faite.

Cette seconde méthode est précisément celle qu'on suit dans la correction des passages observés à la lunette méridienne. Nous allons en faire l'application aux observations azimutales.

Considérons d'abord l'inclinaison de l'axe. Appelons S la position que l'astre devrait occuper sur son parallèle pour se trouver dans l'azimut A lu sur l'instrument, et S_1 la position qu'il occupait réellement au moment de l'obser-

l'observateur, et c est positif quand la collimation porte l'axe optique vers la gauche de l'observateur.

vation et qui se trouve à l'intersection de son parallèle par l'arc de grand cercle décrit par la lunette et incliné de l'angle i; soit h la hauteur apparente de l'astre observé, mesurée sur le cercle de calage et par conséquent sur l'arc de grand cercle incliné dont nous venons de parler. Par le point S_1, menons un arc de grand cercle perpendiculaire au vertical passant par l'azimut a et renfermant le point S, et appelons S_2 le point d'intersection de ces deux grands cercles. Enfin nommons P le pôle, Z le zénith et B le point de rencontre du vertical d'azimut a avec l'horizon.

On a dans le triangle S_1S_2B,

$S_1S_2 = i \sin h$, en mettant l'arc i pour son sinus.

Mais on a dans le triangle PSS_1

$$SS_1 = \mu_1 \cos D.$$

μ_1 désignant l'erreur sur l'angle horaire φ.

Enfin le triangle PSZ donne

$$\frac{\sin PS}{\sin Z} = \frac{\sin PZ}{\sin PSZ}$$

Or PSZ égale sensiblement $90° - S_1SS_2$, car on a $PSZ + PSS_1 + S_1SS_2 = 180$, et PSS_1 est sensiblement égal à $90°$, puisque le triangle SPS_1 est isocèle et que l'arc SS_1 est très petit. Donc $\sin PSZ = \cos S_1SS_2$

$$\text{d'où } \cos S_1SS_2 = \frac{\cos l \sin a}{\cos D}$$

$$\text{et par suite } \sin S_1SS_2 = \frac{\sqrt{\cos^2 D - \cos^2 l \sin^2 a}}{\cos D}$$

Or dans le triangle SS_1S_2, rectangle en S_2, on a, en remplaçant les sinus des côtés par les arcs,

$$S_1S_2 = SS_1 \sin S_1SS_2$$

en mettant dans cette dernière équation pour S_1S_2, SS_1 et $\sin S_1SS_2$ leurs valeurs ci-dessus, il vient :

$$\mu_1 = \frac{i \sin h}{\sqrt{\cos^2 D - \cos^2 l \sin^2 a}}$$

Dans cette formule μ_1 est de même signe que i ou de signe contraire, à cause du double signe du radical, et pour qu'il représente la correction à appliquer à l'angle horaire, i doit être regardé comme positif quand la lunette étant pointée au sud, le tourillon ouest est le plus élevé et le radical positif.

On trouvera de même la correction μ relative à la collimation, en remarquant seulement que dans ce cas, l'arc $S_1 S_2$ au lieu d'être égal à $i \sin h$, est constant et égal à c, ou mieux encore à c diminué de l'aberration diurne dans l'azimut considéré ou $c - 0'', 31 \cos l \cos a$, c étant positif à l'est et le radical positif, et a étant compté de 0° à ± 90°.

On a donc

$$\mu = \frac{c - 0'', 31 \cos l \cos a}{\sqrt{\cos^2 D - \cos^2 l \sin^2 a}}$$

La correction totale sur l'angle horaire relative aux erreurs instrumentales et à l'aberration diurne sera donc $\mu_1 + \mu$, et sera donnée par la formule suivante dans laquelle a sera compté de 0° à ± 90°, et par suite h de 0° à 180°, ce qui ne change rien à l'expression ci-dessus de μ_1.

$$(10) \quad \mu_1 + \mu = \frac{i \sin h + c - 0'', 31 \cos l \cos a}{\sqrt{\cos^2 D - \cos^2 l \sin^2 a}}$$

Cette formule est précisément dans le cas du méridien, celle que les astronomes emploient pour les observations à la lunette méridienne. On a en effet dans le cas du méridien : $\cos a = 1$, $\sin a = o$ et $h = l \pm (90° - D)$,

$$\text{d'où} \quad \sin h = h \cos (l \mp D)$$

$$\text{d'où} \quad \mu_1 + \mu = \frac{i \cos (l \mp D)}{\cos D} + \frac{c - 0'', 31 \cos l}{\cos D}$$

Cest, comme on le voit, la formule de la lunette méridienne dans laquelle l'azimut est nul.

Pour corriger les observations azimutales des erreurs insrumentales, on devra donc employer les formules (8) et (9)

ou la formule (10) suivant que c'est sur la lecture azimutale ou sur l'angle horaire que la correction à appliquer est la plus petite.

Ainsi la formule (10) ne pourra pas être employée aux azimuts extrêmes des circompolaires, car dans cette position de l'astre on a $\sin a = \frac{\cos D}{\cos l}$, ce qui rend la valeur $\mu_1 + \mu$ infinie. Dans ce cas, on emploie donc les formules (8) et (9) destinées à corriger la lecture azimutale. Pour les circompolaires, la formule (10) est applicable au reste partout ailleurs qu'aux environs de l'azimut extrême.

Pour toutes les étoiles qui passent au sud du zénith, cos D est plus grand que cos l et la formule (10) est applicable dans tous les azimuts. Cependant si l'étoile passe très près du zénith, cos D surpasse très peu cos l, et quand $a = 90^\circ$ auquel cas $\sin a = 1$, la formule cesse d'être exacte.

Ainsi donc, en employant la formule (10) pour corriger les observations des erreurs instrumentales, on peut observer jusqu'au zénith, pourvu que l'azimut ne soit pas voisin de 90°.

Nous ferons donc remarquer ici, que tout en rejetant les observations faites à la fois près du premier vertical et du zénith, à cause des altérations que leur font subir les erreurs instrumentales, on pourrait, si ces dernières erreurs n'étaient pas connues, se servir précisément de la combinaison de ces mêmes observations avec les séries faites dans d'autres azimuts et d'autres hauteurs, pour déterminer les erreurs instrumentales, par la méthode des équations de condition. Nous ne nous étendrons pas davantage sur ce sujet qui ne présente aucune difficulté d'ailleurs, parceque nous avons indiqué des moyens plus précis pour déterminer les erreurs d'inclinaison et de collimation de la lunette.

Près de l'horizon, la précision des observations azimutales

diminue à cause des réfractions azimutales. Ces réfractions sont de deux natures : les unes proviennent de l'ellipticité de la terre et sont très petites, les autres sont dues à des anomalies de température dans les couches d'air voisines du sol. Toutes ces réfractions sont négligeables dès que l'astre a atteint une hauteur de 12 à 15 degrés au-dessus de l'horizon, hauteur qui est suffisante pour que le rayon visuel s'écarte immédiatement du sol.

Ainsi, en résumé, il résulte de la discussion à laquelle nous venons de nous livrer, qu'on peut utiliser pour la correction des déclinaisons et des différences d'ascension droite des étoiles, les observations azimutales faites dans toutes les positions que chaque astre peut occuper sur le ciel, sauf les observations trop voisines de l'horizon et celles qui sont à la fois trop près du zénith et du premier vertical.

Nous allons maintenant faire voir que dans les latitudes moyennes, on peut déterminer les déclinaisons et les différences d'ascension droite de toutes les étoiles situées dans l'hémisphère que l'on occupe, à l'aide d'observations azimutales faites à des hauteurs au-dessus de l'horizon surpassant toutes 20° et même 30°, et conséquemment pour lesquelles on n'a rien à craindre de la réfraction azimutale.

Dans cette condition, une étoile équatoriale ne peut être observée que pendant un petit nombre d'heures, mais les circompolaires voisines du pôle peuvent être observées pendant toute la journée. On voit donc qu'il convient de diminuer le plus possible le nombre des inconnues dans les équations fournies par les étoiles équatoriales, et dans ce but on déterminera le méridien et la latitude à l'aide des circompolaires.

Détermination de la latitude par les observations des circompolaires.

Nous avons déjà indiqué avec détails le moyen d'obtenir

le méridien à l'aide des observations des azimuts extrêmes de ces dernières étoiles. Les observations de ces mêmes azimuts extrêmes donnent de plus $\cos l = \frac{\cos D}{\sin a}$, équation qui permet d'obtenir $\delta\, l$ en fonction de δ D avec une grande exactitude. Ainsi donc, si on observe deux circompolaires de déclinaison d et d' et de différence α d'ascension droite, à leurs deux azimuts extrêmes, on a deux équations qui donnent δd et $\delta d'$ en fonction de δl, et de plus ces mêmes observations font connaître le méridien; si ensuite on observe simultanément ces deux mêmes étoiles quand elles sont loin de leurs azimuts extrêmes dans deux conditions différentes, par exemple d'une part, dans la partie supérieure du cercle qu'elles décrivent, d'autre part, dans la partie inférieure, on a deux équations de la forme de l'équation (6), dans chacune desquelles δa est nul puisque le méridien est connu. Reportant ensuite dans ces deux équations les valeurs de δd et de $\delta d'$ en fonction de δl, fournies par les observations aux azimuts extrêmes, chacune des deux équations ne renferme plus que deux inconnues δl et $\delta \alpha$, et comme ces deux équations sont très différentes, ainsi qu'on le reconnaît à priori, on obtient sans difficulté δl et $\delta \alpha$ avec exactitude. Il est bon de remarquer que des étoiles à 10 où à 15 degrés du pôle sont préférables à des étoiles très voisines, parceque leur différence d'ascension droite donne lieu à une plus grande différence d'azimut suivant qu'elles occupent les mêmes positions par rapport au méridien supérieur ou inférieur, et par suite les équations fournies par les observations au-dessus ou au-dessous du pôle sont plus distinctes. δl et $\delta \alpha$ étant ainsi connus, on aura sans difficulté δd et $\delta d'$, dont on connaît déjà les valeurs en fonction de δl. (a)

(a) La méthode que j'indique ici pour déterminer la latitude

Lorsqu'on fait un catalogue d'étoiles, la moyenne des valeurs de δl ainsi obtenues par les circompolaires peut être reportée dans les équations fournies par les étoiles de faibles déclinaison, de sorte que ces dernières équations de la forme de l'équation (6) ne renfermeront en réalité que trois inconnues δA, δD et $\delta D'$. Trois observations suffiront donc à déterminer les déclinaisons et la différence d'ascension droite de deux étoiles de déclinaison faible ou moyenne. (*a*)

par les observations azimutales des circompolaires est indépenpendante des irrégularités de la pendule. C'est en cela qu'elle diffère des diverses méthodes publiées par M. Babinet. Le procédé qu'il a décrit dans les Comptes-rendus tome 44 (séance du 26 janvier 1857) repose sur l'observation de la même étoile dans deux azimuts différents, aussi dans la formule donnant la latitude, il entre un angle horaire mesuré par la pendule. Dans la suite de ce travail (même tome des comptes rendus, séance du 9 février 1857) M. Babinet donne le moyen d'obtenir la latitude par la combinaison du passage d'une étoile au premier vertical avec le passage de la même étoile à un autre azimut, mais dans sa formule entrent encore les angles horaires mesurés par la pendule. Il en est de même du procédé proposé à la fin du même article pour obtenir la latitude par les observations de la même circompolaire dans deux azimuts quelconques. Dans ces divers procédés, la déclinaison de l'étoile se trouve toutefois éliminée entre les différentes équations, comme dans le procédé que j'ai indiqué. Il n'en est pas de même dans l'article que l'auteur a communiqué l'année précédente (en 1856, 7 janvier) à l'Académie. Là au contraire, il suppose les déclinaisons connues et emploie les azimuts extrêmes de deux circompolaires. En résumé, les divers procédés proposés par M. Babinet diffèrent du nôtre en ce qu'ils nécessitent une bonne pendule, qui laisse au reste subsister des erreurs, tandis que la méthode que nous indiquons est toujours précise quelque soit la pendule employée.

(*a*) Remarquons au reste que quand on fait un catalogue dans un observatoire, travail qui entraîne un très grand nombre d'observations d'étoiles groupées deux à deux, il n'est pas nécessaire que chaque série particulière fasse connaître la latitude. Elle sera déterminée par l'ensemble de toutes les observations

Détermination de corrections des ascensions droites et des déclinaisons des étoiles fondamentales.

Les conditions les plus défavorables pour appliquer les observations azimutales à la mesure des déclinaisons et de la différence d'ascension droite de deux étoiles de l'hémisphère de l'observatoire, ont lieu évidemment dans le cas où les étoiles sont éloignées du pôle et où leur différence d'ascension droite est grande, car alors, en évitant le voisinage de l'horizon, les équations de condition sont les moins différentes possible puisque les observations ne peuvent avoir lieu que dans des positions rapprochées les unes des autres. Si donc nous faisons voir que la méthode est applicable dans ce cas, à plus forte raison peut-elle l'être dans tous les autres.

A la latitude de 45°, deux étoiles équatoriales éloignées de plus de six heures d'ascension droite ne peuvent être observées ensemble à une hauteur supérieure à 30° au-dessus de l'horizon. Nous supposerons donc une différence de 4 heures en ascension droite. Les observations ne pourront alors avoir lieu que pendant deux heures dans la condition ci-dessus. Ce serait trop peu pour avoir des observations et par suite des équations très distinctes, mais nous remarquerons qu'il n'est pas nécessaire pour déterminer les étoiles équatoriales de ne les comparer qu'entre elles. Les étoiles dont la déclinaison est inférieure à 60° peuvent toutes donner l'heure avec précision. Conséquemment nous observerons simultanément une étoile équatoriale et une étoile de 45° de déclinaison. Cette dernière ne sera à 60° du

et, par conséquent, sera connue avec une très grande exactitude. En reportant la valeur de l ainsi obtenue dans les équations fournies par chaque série d'étoiles, on déterminera pour chaque groupe les valeurs de δA, δD et $\delta D'$, qui sont les seules inconnues particulières à cette série.

zénith que pour un angle horaire de 90°. D'où il suit que si nous supposons à l'étoile équatoriale un angle horaire de 45° à l'est, auquel cas elle est à 60° du zénith, et à l'étoile de déclinaison 45°, un angle horaire de 15° à l'ouest, ce qui fait 4 heures de différence en ascension droite, les observations pourront avoir lieu pendant 5 heures, sans qu'aucune des deux étoiles soit à plus de 60° du zénith.

Si on observe à partir de 20° au-dessus de l'horizon, il est facile de voir que l'étoile équatoriale peut être observée dès que son angle horaire à l'est est de 60°, car sa distance au zénith n'est alors que 69° 18; et l'étoile de déclinaison 45° peut être observée jusqu'à ce que son angle horaire à l'ouest soit de 108° ou 7 heures 12 minutes; sa distance au zénith n'est alors que de 69° 47′. En supposant donc toujours 4 heures de différence d'ascension droite entre les deux étoiles, les observations peuvent avoir lieu pendant 7 heures 12 minutes.

Appelons donc E l'étoile de déclinaison zéro et E′ l'étoile de déclinaison 45°, et considérons les observations faites dans les cinq situations suivantes des deux étoiles :

$$
\begin{array}{lll}
1^\circ & \varphi = -60^\circ; & \varphi_1 = o \\
2^\circ & \varphi = -45^\circ; & \varphi_1 = 15^\circ \\
3^\circ & \varphi = o ; & \varphi_1 = 60^\circ \\
4^\circ & \varphi = 30^\circ ; & \varphi_1 = 90^\circ \\
5^\circ & \varphi = 48^\circ ; & \varphi_1 = 108^\circ.
\end{array}
$$

Ces cinq observations ont lieu à une hauteur supérieure à 20° degrés au-dessus de l'horizon, et les observations (2), (3) et (4) à une hauteur supérieure à 30°.

Les cinq équations de condition seront, en désignant par C, C′, C″, C‴, C_{IV} les termes indépendants des inconnues et dont la valeur dépend uniquement du degré d'approximation des valeurs approchées qu'on a introduites dans les formules :

$$- 1,1547\ \delta A + \delta D + C = o$$
$$- 0,1861\ \delta A + 0,1316\ \delta D + 2,8284\ \delta D' + C' = o$$
$$- 0,5774\ \delta A + 2\ \delta D' + C'' = o$$
$$+ 2\ \delta A + \delta D - 4\ \delta D' + C''' = o$$
$$+ 2,0760\ \delta A + 1,3891\ \delta D - 1,4945\ \delta D' + C_{IV} = o$$

Toutes ces équations sont, comme on le voit, très distinctes, et trois d'entre elles suffiront à déterminer les trois inconnues δA, δD et $\delta D'$. Ainsi par exemple, si on emploie seulement des observations faites à plus de 30° au-dessus de l'horizon, auquel cas on ne se servira que des 3 équations du milieu du groupe, la seconde de ces 3 équations donne

$$\delta D' = 0,2887\ \delta A - \frac{1}{2} C''$$

En substituant cette valeur dans les deux autres, ces équations deviennent, en représentant par K et K_1 les termes indépendants des inconnues :

$$0,6304\ \delta A + 0,1316\ \delta D + K = o$$
$$0,8452\ \delta A + 1,0000\ \delta D + K_1 = o$$

équations dans lesquelles le rapport des coefficients de δA et de δD diffère beaucoup, et qui détermineront conséquemment les inconnues avec exactitude.

On arriverait à des résultats meilleurs encore en employant la 1re, la 3e et la 5e des cinq équations ci-dessus, mais nous avons voulu faire voir que le problême est possible en employant des observations faites à une plus grande hauteur, même à une hauteur dépassant 20°.

Sur la grandeur des erreurs que l'on peut commettre en déterminant les coordonnées des étoiles par des observations azimutales.

Examinons maintenant quelle est la valeur des erreurs que l'on peut commettre en déterminant comme nous venons de le dire, les valeurs de δA, δD et $\delta D'$.

Ces erreurs proviennent uniquement de celles qu'on a pu commettre sur les valeurs de a fournies par les observations et introduites dans le calcul des coefficients C, C', C'', C''', C_{IV} (a). Nous avons donc à rechercher les erreurs possibles dans les observations, et celles qui en résultent sur les valeurs des 5 quantités que nous venons de citer.

Or les erreurs d'observation sont de deux natures, savoir 1° les erreurs de pointé. c'est-à-dire, celles par lesquelles l'observateur a pointé trop à droite ou trop à gauche de l'astre observé; 2° les erreurs sur la lecture de l'instrument correspondant au pointé en question, erreurs dans lesquelles nous comprenons celles qui proviennent des collimations et inclinaisons d'axes, et celles du chronographe enregistreur de l'instant de l'observation. En résumé, toutes ces erreurs peuvent être considérées comme se réduisant à une erreur sur la lecture du limbe azimutal, même celles du chronographe, car un changement dans le temps correspond à un changement dans l'azimut. Or cette erreur sur la lecture du limbe azimutal, somme de toutes les autres, peut être rendue aussi petite que l'on veut, en augmentant le diamètre de ce limbe et le pouvoir grossissant des microscopes, en déterminant les erreurs de collimation, d'inclinaison et de graduation avec le dernier degré de précision, en augmentant la longueur de la bande de papier du chronographe développée par seconde, etc., et on peut dire que sans dépasser en aucune façon les limites des dimensions admissibles dans l'instrument, l'erreur sur la lecture du

(a) Les coefficients de δA, δD et $\delta D'$ ne peuvent pas être erronés puisqu'ils sont calculés non avec les observations mais avec les valeurs dont on cherche les corrections, et la valeur de a pouvant être à l'aide de l'équation (1) éliminée de ces cofficients. Ce n'est que dans le calcul des termes indépendants des inconnues qu'on se sert des azimuts observés, ce n'est donc que là qu'on peut commettre des erreurs.

limbe azimutal est petite par rapport à l'erreur de pointé de l'astre transportée sur ce même limbe, et qui dans ce transport se trouve multipliée par la sécante de la hauteur.

Nous n'aurons donc à calculer que les erreurs sur C, C′, C″, C‴, C_{IV}, provenant de celles que l'observateur peut commettre en pointant, et l'effet des erreurs totales sur ces quantités n'atteindra certainement pas le double des erreurs ainsi calculées, ni même une fois et demie ces erreurs.

A priori, il semble que les erreurs de pointé de la lunette doivent réagir fortement sur les valeurs que l'on obtient pour δD, δD′ et δA, surtout lorsqu'on observe à de grandes hauteurs au-dessus de l'horizon, parceque, dans ce cas, il faut pour transporter sur le limbe azimutal l'erreur de pointé, la multiplier par la secante de la hauteur. Mais il n'en est rien, parcequ'en repassant des mesures azimutales aux corrections δD, δD′ et δA, les facteurs provenant des hauteurs de l'astre qui se sont trouvés en multiplicateurs pour altérer les mesures azimutales se réprésentent à peu près les mêmes en diviseurs, de sorte qu'en résultat final, il ne reste guère que l'erreur de pointé. Cela vient précisément de ce que dans le cas de grandes hauteurs, un petit changement de déclinaison ou d'ascension droite correspond à un grand changement d'azimut, circonstance très avantageuse et très favorable à la méthode que nous proposons, en ce qu'elle atténue considérablement la seconde classe d'erreurs, c'est-à-dire celles qui sont directement faites sur la lecture azimutale.

A cause de la grandeur de la sécante en approchant du zénith et de l'inexactitude qui en résulte sur la formule pour transporter les erreurs de pointé sur le limbe azimutal, nous ne calculerons pas les erreurs sur C, C′, C″, C‴, C_{IV}, en déterminant d'abord l'influence de l'erreur de pointé sur la lecture azimutale dans les cinq quantités en question; mais nous

calculerons de combien il faudrait modifier d'une part l'angle horaire ou en d'autres termes l'ascension droite, et d'autre part la déclinaison de l'astre pour le transporter horizontalement sous le fil de la lunette afin de faire disparaître l'erreur de pointé. Ensuite l'introduction de ces nouvelles valeurs de l'ascension droite et de la déclinaison dans les expressions de C, C', C'', C''', C_{IV}, au lieu de celles qui devraient y être introduites donnera, par la différence des résultats dans les deux cas, l'erreur commise sur ces cinq quantités.

Pour faire ce calcul, appelons e l'erreur maximum possible de pointé de la lunette sur l'astre, et nommons S la position réelle de l'astre sur le ciel, et S_1 la position à laquelle on devrait le transporter horizontalement pour qu'il se trouvât sous le fil de la lunette. L'arc SS_1 est alors égal à e. Joignons le point S au pôle P et au zénith Z, et par le point S_1 menons un parallèle coupant en S_2 l'arc PS. L'arc SS_2 est alors égal à la correction de déclinaison que nous appellerons β, et l'arc de petit cercle $S_1 S_2$ qui, vu sa petitesse, peut être sans erreur remplacé par l'arc de grand cercle $S_1 S_2$ aboutissant aux mêmes points, est égal à la correction d'ascension droite que nous appellerons α multipliée par le cosinus de la déclinaison ou $\cos D$. Or dans le triangle $SS_1 S_2$ dont les côtés ne sont que de quelques dixièmes de secondes et que conséquemment on peut regarder comme rectiligne en négligeant les quantités d'un ordre supérieur au premier, on a

$$SS_2 = SS_1 \cos S_1 SS_2, \text{ et } S_1 S_2 = SS_1 \sin S_1 SS_2.$$

Or en mettant pour SS_2, SS_1 et $S_1 S_2$ leurs valeurs ci-dessus et remarquant que l'angle $S_1 SS_2$ est le complément de l'angle PSZ, angle que nous appelons E, il vient

$$\beta = e \sin E \text{ et } \alpha \cos D = e \cos E$$

formules dans lesquelles l'angle E n'est autre que l'angle à

l'étoile dans le triangle pôle, zénith, étoile et est conséquemment facile à calculer, avec la latitude, la déclinaison et l'angle horaire de l'astre approchés.

Si maintenant dans les expressions de C, C', C'', C''', C_{IV} on substitue pour D, $D + \beta$ et pour φ, $\varphi + \alpha$, pour D', $D' + \beta_1$, pour φ_1, $\varphi_1 + \alpha_1$, etc., l'introduction de ces nouvelles quantités $\beta, \alpha, \beta_1, \alpha_1$, etc., déterminera sur C, C', C'', C''', C_{IV} des variations $\delta C, \delta C', \delta C'', \delta C''', \delta C_{IV}$, qui ne sont autres que les erreurs possibles sur ces quantités.

Or en faisant, par la méthode qui précède, le calcul des erreurs possibles, d'après les erreurs maximum de pointé sur les deux étoiles qui concourent à la formation de chaque équation, on trouve :

$$\delta C = \pm 1,3729\, e;\ \delta C' = \pm 2,9162\, e;\ \delta C'' = \pm 2,7376\, e;$$
$$\delta C''' \pm 6,2406\, e;\ \delta C_{IV} = \pm 3,9564\, e.$$

Cela posé, reprenons les observations (1), (3) et (5) qui, comme nous l'avons déjà vu, donnent les 3 équations

$$-1,1547\,\delta A + \delta D + C = o$$
$$-0,5774\,\delta A + 2\,\delta D' + C'' = o$$
$$+2,0760\,\delta A + 1,3891\,\delta D - 1,4945\,\delta D' + C_{IV} = o$$

et examinons avec quel degré de précision ces trois équations donnent les valeurs des trois inconnues δA, δD et $\delta D'$. Il suffit pour cela de tirer des deux premières équations les valeurs de δD et $\delta D'$ en fonction de δA et de les reporter dans la troisième, qui donne alors δA en fonction de C, C'' et C_{IV}. En supposant alors sur ces trois dernières quantités les erreurs maxima que nous venons de calculer et établissant entre les signes de ces erreurs les relations voulues pour obtenir l'erreur maximum sur δA, on trouve que cette erreur est de $2,4\, e$. Remontant alors aux deux premières équations, on trouve que les erreurs correspon-

dantes sont sur δD, $1{,}4\,e$ et sur $\delta D'$, $2{,}1\,e$. Telle est donc l'effet sur les corrections de la déclinaison et de l'ascension droite des erreurs commises dans le pointé de la lunette sur l'astre. D'après ce que nous avons dit plus haut de la petitesse relative de l'effet des autres erreurs, on voit qu'on peut admettre que l'erreur maximum sur les corrections cherchées ne dépassera pas trois fois l'erreur maximum de pointé, et pour arriver à cette erreur maximum, il faut que l'on ait commis une erreur maximum sur six pointés puisque chaque équation résulte de deux pointés, il faut encore que les signes des erreurs de ces six pointés aient présenté entre eux une certaine relation, et de plus, que les erreurs de lecture du limbe azimutal soient venus s'y ajouter dans chaque observation et non s'en retrancher, concours de circonstances tellement compliqué, et par conséquent tellement peu probable, qu'on peut le regarder presque comme impossible.

L'erreur maximum de pointé que l'on peut commettre et que nous avons appelé e, est d'autant plus petite que la lunette grossit davantage. Il a été reconnu depuis longtemps que la limite de visibilité à la vue simple est la minute (sauf le cas d'une intensité lumineuse considérable qui grossit les objets par irradiation). Il en résulte que quand on bissecte par un fil un objet débordant très peu ce fil de part et d'autre, une différence d'une minute en plus d'un côté que de l'autre correspond à une erreur d'une demi-minute sur le pointé. Une demi-minute est donc à peu près l'erreur que l'on commet sur un pointé à l'œil nu. Dans une lunette grossissant 60 fois, un objet qui à l'œil nu soustend une seconde, paraît soustendre une minute. Avec la lunette grossissant 60 fois, l'erreur de pointé est donc d'une demi-seconde environ. Avec une lunette grossissant 300 fois, cette erreur se réduit à un dixième de

seconde. L'atmosphère permet rarement de dépasser le grossissement de 300 fois, au-delà duquel il faut d'ailleurs des instruments de très grande dimension. Mais le grossissement de 300 fois est parfaitement admissible pour un altazimut affecté à la formation d'un catalogue d'étoiles fondamentales, et dès lors nous pourrons admettre que l'erreur de pointé *e* n'est que d'un dixième de seconde. On voit donc d'après ce que nous avons démontré précédemment que les erreurs sur les corrections δA, δD et $\delta D'$ ne dépassent pas trois fois l'erreur de pointé, que les déclinaisons et les différences d'ascension droite des étoiles fondamentales sont déterminables par la méthode que nous venons de détailler dans une limite d'erreur inférieure à trois dixièmes de seconde d'arc. Cette limite d'erreur est d'ailleurs un maximum qui ne pourrait être atteint que par un concours de circonstances favorables tellement difficile qu'il n'est pas à redouter. La méthode que nous proposons pour refaire le catalogue des étoiles fondamentales est donc, en ce qui concerne les ascensions droites, environ trente fois plus précise que l'emploi de la lunette méridienne, qui, vu les incertitudes des équations personnelles, laisse un doute de plusieurs dixièmes de seconde de temps, ou de 8 à 10 secondes d'arc. Pour les déclinaisons, la précision est aussi beaucoup plus grande que celle du cercle mural, sauf dans le voisinage du zénith.

Dans le calcul que nous venons de faire du degré de précision de la méthode que nous proposons, nous nous sommes servi d'observations supposées à 70° du zénith. Si on se restreignait à n'observer que jusqu'à 60° de ce point, la précision serait cinq à six fois environ moindre pour les ascensions droites, mais elle resterait encore de beaucoup supérieure à celle de la lunette méridienne. La précision des déterminations de déclinaison serait aussi beaucoup moindre

qu'en poussant les observations jusqu'à 70° du zénith. Il faut donc conclure de cette discussion qu'il convient dans les observations d'aller jusqu'à cette dernière limite, encore bien que, comme nous l'avons vu précédemment, le problème proposé soit possible en n'observant pas plus bas que 30° au-dessus de l'horizon. Toutefois le problème de limite des observations à 60° du zénith est susceptible d'un degré de précision qui ne s'écarte pas de celui que nous avons trouvé dans le cas de 70°, dès qu'on ne s'assujettit pas à n'employer que les observations d'un seul observatoire.

En effet, dans ce qui précède, nous avons supposé l'observatoire situé dans les latitudes moyennes. C'est là la condition la plus avantageuse pour déterminer les ascensions droites et les déclinaisons de toutes les étoiles d'un même hémisphère. Or dans les basses latitudes, les coefficients de δD et de $\delta D'$ augmentent pour les étoiles équatoriales, tandis que le coefficient de δA diminue; l'inverse a lieu dans les hautes latitudes. La combinaison des observations des mêmes étoiles dans deux observatoires, l'un situé vers 25 à 30 degrés de latitude, l'autre vers 60°, permettrait donc d'obtenir des séries d'équations où les coefficients varieraient beaucoup plus encore que nous ne l'avons trouvé précédemment, et conséquemment on pourrait par là augmenter la précision des résultats.

Nous venons d'examiner les équations de condition que peuvent fournir deux étoiles présentant entre elles une différence de 4 heures d'ascension droite et situées, l'une dans l'équateur, l'autre à 45° de déclinaison. Six étoiles comparées chacune à la présente et à la suivante feront de cette manière le tour du ciel.

Dans l'hémisphère nord, nous proposerons, pour faire ainsi le tour du ciel, les six étoiles suivantes comprises parmi celles que l'on calcule dans les éphémérides :

	Ascension droite.		Déclinaison boréale.	
γ Pégase	0 h.	6 m.	14°	23′
La chèvre	4	58	45	50
δ Hydre	8	30	6	12
η Grande Ourse	13	41	50	1
α Ophiuchus	17	28	12	40
α Cygne	20	33	44	43

Les six différences d'ascension droite de ces étoiles doivent former 360° par leur somme. Il en résulte une équation de condition qui supprime une inconnue. Si la latitude n'était pas bien déterminée, les six différences d'ascension droite pourraient être obtenues en fonction de la correction de la latitude, et la nouvelle équation de condition ferait connaître cette correction de la latitude.

En faisant au reste trois observations de chacune des combinaisons de ces étoiles deux à deux dans les conditions que j'ai indiquées en parlant des deux étoiles fictives de 0 et de 45° de déclinaison et de 4 h. de différence d'ascension droite, nombre d'observations nécessaire dans le cas de deux étoiles seulement, on a bien plus d'équations qu'il ne faut pour déterminer les inconnues qui sont : 1° les six corrections des déclinaisons des six étoiles ; 2° les cinq différences d'ascension droite de ces étoiles ; 3° la latitude, si elle n'est déjà déterminée par les circompolaires ; en tout 12 inconnues. Or on a six combinaisons de chaque étoile avec la suivante, ce qui fait 18 équations, non comprises d'ailleurs les comparaisons que l'on pourrait faire entre les étoiles distantes de deux rangs, sans dépasser la limite de 70° du zénith. Ce grand nombre d'équations augmentera la précision des résultats. Mais on voit qu'à la rigueur deux observations pour chaque combinaison d'une étoile avec la suivante suffiraient, puisqu'on aurait ainsi 12 équations pour pour déterminer les 12 inconnues.

De la formation d'un catalogue général d'étoiles à l'aide d'observations azimutales.

Lorsqu'on a déterminé un certain nombre d'étoiles fondamentales, par exemple, les six étoiles dont nous venons de parler et qui embrassent tout le tour du ciel, on peut leur rapporter toutes les autres, et comme les déclinaisons des six étoiles de comparaison sont alors connues, on n'a que deux inconnues pour chaque série destinée à déterminer une nouvelle étoile. Deux observations seulement suffisent donc. Ce n'est au reste que de cette manière que l'on peut déterminer les étoiles visibles de l'autre hémisphère, étoiles qui ne sont observables que pendant trop peu de temps pour pouvoir faire trois séries bien distinctes.

La révision par ce procédé d'un catalogue tel que celui de Baily serait assez rapidement faite, car vu la précision du procédé, il ne serait pas utile de répéter les observations. Sous ce rapport, cette révision serait plus promptement achevée qu'avec des instruments méridiens et comporterait plus de précision.

Élimination des erreurs provenant du défaut de stabilité de la lecture azimutale répondant au point nord.

Dans ce qui précède, nous avons supposé la lecture azimutale répondant au point nord déterminée par les azimuts extrêmes des circompolaires. Mais il peut se faire que cette lecture soit variable avec le temps, et c'est même ce qui aura lieu en général, car on n'obtient jamais des instruments une stabilité absolue. Quelque petite que soit d'ailleurs, d'après la disposition de l'instrument, l'influence de la torsion de l'axe sur les situations respectives de l'axe optique de la lunette et du zéro du limbe, il se produit tou-

jours à la longue quelques variations. De plus, le sol lui-même n'est pas stable, les tassements, les dégradations provenant des pluies, et surtout les variations de la température peuvent faire éprouver des mouvements aux piliers, mouvements qui peuvent amener des variations d'azimuts. Or si dans l'intervalle de plusieurs heures qui sépare les pointés d'une circompolaire à ses deux azimuts extrêmes, il s'est produit de petites variations, la moyenne des lectures répondant à ces deux pointés pourra n'être pas la vraie lecture azimutale répondant au point nord.

On obvie en grande partie à cet inconvénient par l'emploi des mires. Si après chaque pointé d'un azimut extrême d'une circompolaire on vise à une mire placée dans de bonnes conditions, on reconnaît, par les deux pointés de la mire faits aux deux azimuts extrêmes, s'il y a eu variation. On peut alors tenir compte du changement s'il a eu lieu, et en conclure l'azimut de la mire. Un pointé sur cette mire fait à chaque observation permettra alors de connaître à l'instant de cette observation la lecture azimutale répondant au point nord, et par suite l'azimut correspondant à cette observation.

Cet emploi des mires est fondé sur ce que, si la mire est éloignée, les petits déplacements qu'elle peut subir, de même que l'instrument, ne peuvent pas modifier sensiblement l'azimut de la ligne joignant le centre de la mire au centre de l'instrument. Pour admettre cette conclusion dans ses dernières conséquences, il faudrait toutefois démontrer qu'il n'existe pas de localités où de grands changements de température peuvent pour ainsi dire imprimer au sol une rotation autour de la verticale, contrairement à ce qu'on a cru au contraire remarquer en quelques points. Il est vrai toutefois que ces déplacements se reconnaîtraient en ce que les azimuts de la mire déterminés successivement par les

observations des azimuts extrêmes des circompolaires varieraient, de sorte qu'on en pourrait tenir compte, et d'un autre côté, à moins de secousses du sol ou en d'autres termes de petits tremblements de terre, la lenteur de la propagation de la chaleur dans le sol ne permet pas d'admettre une variation sensible en quelques heures, du moins si les fondations des piliers sont profondes, et si ces piliers sont isolés de la couche superficielle.

On peut donc admettre que la mire est stable, mais à la condition toutefois qu'elle soit éloignée de l'instrument, autrement elle partagerait plus ou moins le mouvement des piliers de ce dernier.

Mais dans ce qui précède, nous avons supposé que les rayons lumineux émanés de la mire arrivent directement à l'instrument sans avoir éprouvé aucune déviation. Or c'est ce qui n'a pas lieu ordinairement, car ces rayons rasent le sol sur une grande étendue, et sont par suite exposés à des réfractions anormales qui détruisent la confiance que l'on pourrait accorder à priori à la mire, de telle sorte qu'encore bien que la mire soit stable, l'azimut dans lequel on la voit peut varier notablement avec l'heure du jour ou de la nuit, avec l'état de l'atmosphère, etc.

Avec des précautions multipliées et en enfermant les rayons lumineux dans leur trajet de la mire à l'instrument dans un canal dont les parois peu conductrices de la chaleur s'opposent à des distributions inégales de la température, on peut à peu près anéantir l'inconvénient que nous venons de signaler. Mais une semblable mire est dispendieuse à établir, et nous allons faire voir qu'on peut s'en passer en prenant pour mires les étoiles elles-mêmes.

Le procédé général à suivre dans ce but est le suivant : supposons qu'on observe, successivement et dans l'intervalle de 4 à 5 minutes pendant lequel on peut supposer, comme

nous l'avons dejà vu, le mouvement de la pendule connu, et de plus la lecture azimutale répondant au point nord constante, trois étoiles E, E′, E″. Appelons D, D′, D″ leurs déclinaisons, A la différence d'ascension droite de E et E′, A′ la différence d'ascension droite de E et E″. En combinant entre elles les observations des étoiles E et E′ d'une part, et E et E″ de l'autre, on obtiendra deux équations de la forme de l'équation (6) et qui renfermeront pour inconnues, sans aucune intervention des erreurs de la pendule, la première : δl, δA, δD, δD′ et δa; la seconde : δl, δA′ δD, δD″ et δa. En éliminant δa entre ces deux équations, on aura une relation entre les six inconnues δl, δA, δA′, δD, δD′, δD″. Six observations de ces trois étoiles donneront six opérations semblables qui suffiront à déterminer ces six inconnues.

Dans la pratique, on peut éprouver quelque difficulté à faire, sans approcher trop près de l'horizon, six observations très distinctes, et la ressemblance de ces équations peut diminuer le degré de précision auquel on arrive. Mais on peut faire disparaître cet inconvénient en prenant pour l'étoile E″ une circompolaire voisine du pôle qui peut être observée pendant les 24 heures sans approcher trop près de l'horizon. Si alors on combine une observation de cette étoile avec chacune des observations deux à deux des six étoiles faisant le tour du ciel et dont nous avons parlé antérieurement, on voit qu'on aura pour inconnues les corrections des coordonnées des 7 étoiles entrant dans les équations, corrections qui sont au nombre de 13, savoir les 7 corrections des déclinaisons et les 6 corrections des différences d'ascension droite, plus la correction de la latitude, en tout 14 inconnues. Or pour chacun des six groupes de deux étoiles consécutives parmi les six étoiles faisant le tour du ciel à 4 heures de différence en ascension droite, nous avons vu qu'on peut obtenir 3 équations très distinctes qui donnent, considé-

rées entre elles pour la détermination des 3 inconnues, un très grand degré de précision, les autres inconnues étant supposées déterminées. L'introduction de la circompolaire dans les 18 équations ainsi obtenues aura fait disparaître dans chaque groupe la correction δa. On aura donc 18 équations très distinctes pour 14 inconnues, ce qui est plus que suffisant. Ces 7 étoiles étant ainsi déterminées, on leur rapportera toutes les autres étoiles du ciel, par deux observations seulement de chacune d'elles combinée avec 2 de ces 7 étoiles connues, dont l'une serait la circompolaire voisine du pôle.

Le procédé que nous venons de décrire, n'a d'autre inconvénient qu'en ce qu'ayant à déterminer 14 inconnues à la fois, les éliminations seraient très longues. Mais on peut procéder de la manière suivante qui donne lieu à des calculs beaucoup plus courts.

1° On détermine d'abord la latitude par les observations combinées de trois circompolaires situées à 12 à 15° du pôle et présentant entre elles des différences de 2 à 4 h. On opère alors de la manière suivante :

Vers l'instant où une de ces trois étoiles arrive à un de ses azimuts extrêmes, on observe les deux autres que j'appelrai E et E'. La combinaison de ces deux observations donnera une équation de la forme de l'équation (6)

$$(MN'-M'N)\,\delta l + NN'\,\delta A + ON'\,\delta D - O'N\,\delta D' + (PN'-P'N)\,\delta a + QN' - Q'N = o.$$

La 3e étoile observée à son azimut extrême donne alors une équation indépendante de l'erreur $\delta\varphi$ sur la pendule, comme nous l'avons déjà vu, et qui est, en appelant a_2 son azimut extrême et D″ sa déclinaison, $\cos l \sin a_2 = \cos D''$. De là, en substituant pour l, a_2 et D leurs valeurs approchées, plus leurs corrections, on tire

$$-\operatorname{Sin} l \sin a_2\,\delta l + \cos l \cos a_2\,\delta a = -\sin D''\,\delta D'',$$

car l'erreur sur a_2 est l'erreur sur la lecture azimutale répondant au point nord, pendant les observations presque simultanées des 3 étoiles, erreur que nous avons appelée δa. On élimine δa entre les deux équations, et il reste une seule équation renfermant pour inconnues δl, δA, δD, δD′, δD″.

En observant de nouveau les trois étoiles quand E′ arrive à son azimut extrême, on aura une seconde équation semblable dans laquelle les inconnues seront δl, δA′ δD, δD′, δD″, et enfin en observant une 3ᵉ fois quand E arrive à son azimut extrême, on aura une 3ᵉ équation renfermant les inconnues δl, δA — δA′, δD, δD′, δD″, ou en d'autres termes, δl, δA, δA′, δD, δD′, δD″.

Maintenant, environ un demi-jour après chacune de ces observations, on fera une seconde série d'observations du côté opposé du méridien quand les trois étoiles arriveront à leurs azimuts extrêmes de ce côté, et on aura 3 nouvelles équations renfermant les six mêmes inconnues. Ces 3 équations différeront notablement des premières en ce que les étoiles qui auraient été dans le 1ᵉʳ cas observées dans la partie supérieure de leur cercle, seraient observées dans la partie inférieure. On aura ainsi six équations qui feront connaître les six inconnues δl, δA, δA′, δD, δD′ et δD″.

2°. La latitude étant déterminée ainsi, de même que les déclinaisons de plusieurs circompolaires, on observera les six étoiles de 4 h. de différence d'ascension droite, destinées à former le point de départ du catalogue. Les observations se feront en observant deux de ces étoiles et l'une des circompolaires de déclinaison connue. On n'aura plus alors pour chaque combinaison de deux étoiles avec cette circompolaire que quatre inconnues, savoir: les deux corrections de la déclinaison et les deux corrections de la différence d'ascension droite de ces étoiles et de la circompolaire. On obtiendra

alors facilement quatre équations distinctes pour déterminer ces inconnues, et si on détermine les six étoiles, on aura en tout douze inconnues, que l'on pourra déterminer en faisant seulement deux observations de chacune des six combinaisons deux à deux des six étoiles avec la suivante.

Si on choisit, pour faire les observations, les instants où l'une des circompolaires déterminées arrive à un de ses azimuts extrêmes, les calculs se simplifient en ce qu'on a immédiatement δa en fonction de la latitude et de la déclinaison de cette circompolaire, éléments déjà connus.

3° Enfin on déterminera toutes les autres étoiles d'un catalogue en observant à deux reprises chaque étoile avec une étoile équatoriale et une circompolaire déterminées. On aura alors deux équations qui feront connaître les deux corrections inconnues des coordonnées de l'étoile considérée.

Pour s'assurer que, dans les opérations pour déterminer la latitude par trois circompolaires et pour déterminer les six étoiles de faible déclinaison faisant le tour du ciel, la lecture du limbe azimutal répondant au point nord ne varie pas pendant la durée des observations, on observera d'abord la circompolaire près de son azimut extrême, puis les deux autres étoiles, puis enfin de nouveau cette circompolaire qui, si elle était d'abord à 2 ou 3 minutes avant son azimut extrême, sera ensuite à 2 ou 3 minutes après. On déduira de chacune de ces deux observations la lecture azimutale répondant à l'azimut extrême par les formules que nous avons données dans ce but, et les deux résultats devront être égaux si l'instrument n'a pas varié pendant la série, du moins dans la limite des erreurs d'observation.

On voit que par les procédés que nous venons d'indiquer, nous sommes parvenus à nous débarrasser de la mire, et à empêcher les variations dans la stabilité de l'instrument de réagir sur les résultats.

De l'emploi des observations azimutales dans la détermination des longitudes terrestres par l'électricité.

Dans la détermination des longitudes par l'électricité, il existe encore en employant les instruments méridiens deux causes d'erreur, dans le cas même où les observations sont enregistrées sur un même enregistreur ou chronographe électrique. Ces deux causes sont: les équations personnelles et les irrégularités de la pendule. En employant des instruments azimutaux, où les observations auraient lieu par pointé, et observant sensiblement au même instant dans les deux stations les azimuts de deux ou même trois étoiles pour éliminer la stabilité de l'instrument, et les mêmes étoiles dans les deux localités, et en enregistrant les observations sur le même chronographe électrique, il est évident, d'après ce qui précède, qu'on pourra calculer la différence des deux méridiens sans aucune intervention des erreurs des positions des étoiles employées, ni des équations personnelles, ni des erreurs de la pendule. Je ne m'étendrai pas davantage ici sur ce sujet, que, d'après les détails que nous avons donnés, il suffit d'indiquer.

Sur les observations azimutales du soleil, de la lune et des planètes.

En prenant dans les tables les positions du soleil, de la lune et des planètes, comme positions approchées de ces astres au moment de chaque observation azimutale qu'on en peut faire combinée avec une autre observation d'une étoile fondamentale dont les positions sont connues par les procédés que nous avons décrits, on aura les corrections des tables de la même manière que nous avons trouvé les corrections des positions des étoiles fondamentales.

Toutefois, pour substituer un pointé à une estimation de passage dans les observations d'une planète, ou dans celles de la lune et du soleil, il faut régler le mouvement de l'horloge qui mène l'instrument sur celui de ces astres et non sur celui des étoiles. C'est un résultat facile à obtenir dans le cas d'un pendule conique lié à un pendule ordinaire comme nous l'avons décrit. Il suffit alors de disposer dans la partie supérieure et au-dessus du point de suspension de ce pendule, un plateau sur lequel on dépose un poids retardateur calculé pour l'astre en question. Si on emploie d'autres systèmes de régulateurs du mouvement, il existe dans chaque cas des moyens faciles d'avancer ou de retarder le mouvement dans certaines proportions. Nous ne nous arrêterons donc pas davantage sur ce point.

Conclusion.

En résumé, il résulte des développements dans lesquels nous sommes entrés au sujet de l'emploi des observations azimutales, que toute l'astronomie peut se faire par l'azimut, et que les méthodes que nous avons décrites ont l'avantage de rendre les résultats indépendants d'une multitude d'erreurs qui se trouvent dans les observations méridiennes. Ainsi la latitude et la longitude d'un lieu, les ascensions droites et les déclinaisons des étoiles peuvent être obtenues à l'aide d'observations azimutales seulement, sans être altérées par la réfraction, la flexion des cercles et des lunettes, la dispersion atmosphérique, les équations personnelles des observateurs, les différences d'estime du jour à la nuit, les irrégularités de la pendule et le défaut de stabilité des ins-

truments. On peut par là, comme nous l'avons vu, rendre plus de dix fois plus grande qu'elle n'est actuellement la précision de ces déterminations. C'est le procédé que nous avons imaginé et décrit dans le cours de ce mémoire pour substituer des opérations de pointé à des estimations de passages dans les observations azimutales, qui permet de pousser aussi loin la précision, et qui donne à l'astronomie par l'azimut une toute nouvelle valeur.



ESSAI SUR
L'HISTOIRE NATURELLE
DE L'ARCHIPEL DE MENDANA OU DES MARQUISES,

Par M. Ed. JARDIN.

2e PARTIE : BOTANIQUE.

I. — VÉGÉTATION DE L'ARCHIPEL DES MARQUISES.

La constitution géologique de l'Archipel des Marquises est extrêmement favorable à la production d'espèces de plantes très différentes; les îles qui composent ce groupe sont, comme je l'ai fait voir dans la première partie de cet essai (1), composées de hautes montagnes dont les flancs sont exposés aux rayons d'un soleil ardent et sillonnés à différentes hauteurs par des ravines profondes et humides. Les vallées qui descendent des sommets s'élargissent à mesure qu'elles se rapprochent du bord de la mer, où elles se terminent quelquefois en une plage de sable sur laquelle croissent les plantes des pays les plus chauds. Dans les nombreux replis que forme le terrain accidenté de ces îles, se développent, sous l'ombre épaisse des grands arbres, des

(1) Géologie et minéralogie des Marquises, Mém. de la Société Imp. des Sciences Naturelles de Cherbourg, 4e volume, 1856.

espèces plus voisines des zônes tempérées; enfin, dans les parties les plus élevées, on en rencontre qui végètent dans l'ouest de la France (*Metrosideros*, *Sinapis*, *Oxalis*.) (2)

Afin de faire saisir d'un coup d'œil l'ensemble de la végétation des Marquises, et particulièrement de Noukahiva, j'ai pensé qu'il ne serait peut-être pas inutile de présenter le tableau ci-après, divisé par familles, des espèces que j'ai recueillies dans cet archipel.

TABLEAU DE LA VÉGÉTATION DE L'ARCHIPEL DES MARQUISES.

PLANTES VASCULAIRES.

Dicotylédones.

Thalamiflores : Anonacées, 1 ; Ménispermacées, 1 ; Crucifères, 2; Capparidées, 1; Malvacées, 11; Byttnéria cées, 3 ; Guttifères, 1 ; Malpighiacées, 1 ; Sapindacées, 2 ; Méliacées, 1 ; Oxalidées, 1. — *Caliciflores* : Celastrinées, 1 ; Rhamnées, 4 ; Térébinthacées, 1 ; Légumineuses, 29 ; Combrétacées, 1; Myrtacées, 6 ; Cucurbitacées, 4; Passiflores, 1 ; Portulacées, 1 ; Ombellifères, 1 ; Loranthées, 1 ; Rubiacées, 6; Composées 10; Vacciniées, 1. — *Corolliflores* : Sapotées, 1 ; Ebénacées, 1 ; Apocynées, 3; Asclépiadées, 1; Convolvulacées, 10; Borraginées, 3 ; Labiées, 2 ; Scrophulariées, 1; Verbénacées, 1; Solanées, 10. — *Monochlamydées* : Nyctaginées, 2 ; Amaranthacées, 4 ; Santalacées, 2; Euphorbiacées, 11 ; Urticées, 7; Pipéracés, 4; Casuarinées, 1. — Total : 156.

(2) On pourra consulter, pour connaître la température moyenne de l'archipel, mes observations météorologiques insérées dans les Annales hydrographiques de la Marine, 4e trimestre 1857.

Monocotylédones.

Phanérogames : Orchidées, 1 ; Cannacées, 1 ; Musacées, 2; Zinzibéracées, 2; Dioscorées, 1; Liliacées, 1; Broméliacées, 1 ; Palmiers, 2; Pandanées, 1 ; Taccacées, 1; Aroïdées, 2; Cypéracées, 7 ; Graminées, 20. — *Cryptogames* : Fougères, 18; Lycopodiacées, 5. — Total : 65.

PLANTES CELLULAIRES.

Mousses, 20; Hépatiques, 12; Lichens, 54; Champignons, 29; Algues, 49. — Total : 164.

II. — Étude des plantes par les indigènes.

Les naturels des Marquises sont portés à étudier les plantes et leurs propriétés : 1° en raison de leur isolement complet des peuples plus avancés qu'eux dans la civilisation, et par suite, de la nécessité de trouver autour d'eux ce qui est indispensable pour se nourrir, s'habiller, s'abriter contre le vent, le soleil et la pluie, se soulager dans les maladies; 2° par suite de leur caractère guerrier, qui les oblige à chercher des remèdes aux blessures qu'ils peuvent se faire, et de leur passion pour les fêtes et les réunions où ils tiennent à paraître décorés d'ornements et de fleurs, le corps peint et bariolé de diverses couleurs. On ne doit pas, pour cette raison, s'étonner de la longue nomenclature de plantes que peuvent fournir, non seulement les tuhuka ou savants, mais les autres indigènes, les femmes et les enfants.

Assurément ces sauvages n'ont pas établi de classification pour leurs plantes, mais celles qui ont quelque analogie sont désignées par eux sous un nom générique auquel ils ajoutent un nom spécifique, tiré des diverses circons-

tances de végétation. Ils poussent quelquefois ces distinctions fort loin; je citerai par exemple le bananier, dont ils reconnaissent environ 26 espèces ou variétés, le cocotier, 11 espèces, l'arbre à pain jusqu'à 33 espèces.

Parmi les plantes cellulaires, ils font trois divisions : 1° Les plantes qui viennent dans l'eau, soit douce, soit salée, et qu'ils appellent *imu*; 2° Les plantes qui croissent sur les arbres et les rochers, et qui ne s'appliquent pas sur les points où elles sont fixées, mais qui s'élèvent comme des végétaux d'un ordre supérieur; 3° les plantes qui se collent, qui s'appliquent sur les points qui leur servent de base, les *Sticta*, les *Parmelia*, qu'ils désignent sous le nom de pipii. On voit combien cette division, qui n'est même pas toujours bien observée, est simple et primitive; cependant on doit reconnaître par là l'étude qu'ils ont faite des végétaux des classes inférieures, dont peu d'espèces leur sont utiles.

Les naturels des Marquises ont un mot pour désigner les différentes parties d'une plante. La fleur, considérée dans son ensemble, s'appelle pua; le tronc, tumu; la branche, maka; la feuille, aouou; le pétiole, kohau; le pédoncule, kohau pua, support de la fleur; le bouton, outaupua; le calice, kaha; la corolle, pua, fleur par excellence; les petales, au pua; les étamines, kahopua; le pistil, ihi; les sépales, au kaha; le fruit, puu ou puku; la graine, kakano; la racine, aka; les épines et les aiguillons, taa.

J'ai souvent remarqué que l'odeur entre pour beaucoup dans la détermination d'une plante qu'il ne reconnaissent pas au premier coup d'œil. Rarement même, un indigène à qui je demandais le nom d'une espèce, se contentait de la regarder; il la prenait, la flairait avec soin, tige, feuilles, et ce n'est qu'après cet examen qu'il me la rendait en me disant le nom, ou en me répondant : « aoë kite ».

Il est très facile de savoir si une plante est indigène ou importée, à un très petit nombre d'exceptions près; les habitants ajoutent, dans ce dernier cas, le nom de farani, français, synonyme pour eux d'étranger, ou aoé, qui signifie aussi étranger, et pour plus de clarté, quand il existe deux ou plusieurs espèces, dont l'une est du pays et l'autre étrangère, ils ajoutent à la première l'épithète de maoi, commun ou indigène.

Il est étonnant que les habitants des Marquises, qui connaissent si bien les plantes, ne s'adonnent pas davantage à la culture de celles qui pourraient mettre plus de variété dans leurs préparations culinaires. Cependant on ne voit point autour de leurs cases de plantations régulières; quelquefois un coin de terre est cultivé en cannes à sucre, dont ils se servent lorsqu'ils ont une fête ou koika, en bananiers, dont ils ne mangent les produits que dans les mêmes circonstances, ou en ti, *Cordyline australis*, dont ils se servent des feuilles pour tapisser les trous à popoï, comme on le verra plus loin.

Quelques indigènes, plus avancés que les autres, commencent à cultiver la patate douce dans les baies où résident les Européens, afin d'en approvisionner les navires baleiniers qui en demandent fréquemment. Quant à la culture de l'arbre à pain, dont le fruit est leur nourriture presque exclusive, elle est pour ainsi dire nulle; il suffit pour eux, quand ils rencontrent un jeune pied de cet arbre, d'arracher les broussailles qui croissent alentour et qui pourraient nuire à son développement; l'usage continuel qu'il font du mûrier les oblige à donner plus de soins au mûrier à papier. Dans les notes qui suivront la nomenclature des plantes, on verra le degré d'attention qu'ils portent à chacune des espèces qui leur sont de quelque usage, de quelque utilité.

La liste ci-après est le résultat de diverses herborisations

que j'ai faites, principalement dans l'île de Noukahiva, depuis le mois de mars 1853 jusqu'au mois de juin 1854. Quoique je sache d'avance combien elle est incomplète, cependant je n'hésite pas à la produire, pensant qu'elle pourra être de quelque utilité aux botanistes qui exploreront après moi cet archipel lointain, et qui trouveront, dans l'indication des noms indigènes, le moyen de se procurer telle plante qu'ils n'apercevraient pas eux-mêmes. Une autre considération m'a encore engagé à la publier, c'est qu'il n'existe pas de flore des Marquises, et que l'indication de quelques plantes étrangères à celle de Taïti *(Zephyritis taitensis)* dont la végétation se rapproche le plus, pourra servir peut-être aux savants qui s'occupent de géographie botanique.

II. — Nomenclature des espèces phanérogames et cryptogames. (1)

Plantes vasculaires.

Dicotylédones.

1. Anona squamosa, L.: manini.
   Cocculus Forsteri, DC.: takahihi. 200.
2. Sinapis nigra, L. aut S. arvensis, L. : terepota. 52.
3. Cardamine sarmentosa, Forst.: mani. 46.
   *Gynandropsis pentaphylla, DC.
4. Urena lobata, L.: puehu. 135.
   *Malachra triloba, Desf.
5. *Hibiscus rosa sinensis, L.: kouté. 78.
6. Paritium tiliaceum, A. St.-Hil.: hau. 84.
   — tiliaceum, var. foliis tripartitis.
7. Therpesia populnea, Corr.: mio. 45.
8. Sida rhombifolia, L.: kaepu. 189.
   — rhomboidea, Roxb.: puehu. 135B.

(1) Le n° qui précède le nom de la plante, indique celui de la note qui y est relative ; et le n° qui suit est celui de ma collection. L'astérique désigne les plantes importées, d'après les indications des naturels.

9.* Abutilon asiaticum, G. Don.: kaepu. 25.
10.* Gossypium arboreum, L.: haovai ta te aoe. 108.
— barbadense, L.: havai ta te enana.
Melochia pyramidata, L.
Commersonia.....
Waltheria lophanthus, Forst.: kaepu. 105.
11. Calophyllum inophyllum, L.: temanu. 109.
Malpighiacée.
12. Cardiospermum halicacabum, L.: konioka. 27.
13. Sapindus microcarpa, Ruiz et Pav.? : kokui. 7.
* Melia azedarach, L.
14. Oxalis corniculata, L., vel reptans, Sol.: pakihi. 133.
Celastrus crenatus, Forst.: koina. 155.
Pomaderis zizyphoïdes, Hook.
15. Ceanothus asiaticus, L.: tutu. 23.
Zizyphus timoriensis, DC.: kohenua. 149.
16. Rhamnée....: auvakakina. 184.
* Spondias dulcis, Forst.: mombin.
17. Desmodium polycarpum, DC.: nihonihokioe. 58.
— scorpiurus, Desv.
* Crotalaria spectabilis, Roth.
18.* Indigofera tinctoria, L.: kohuhu farani ou k. aoe. 96.
— anil L.?
19. Tephrosia piscatoria, L.: kohuhu. 22.
* Clitoria ternatea, L. 102.
* Cajanus flavus, DC.: pirira ?
20. Rhynchosia punctata, DC.: kiki. 26.
21. Phaseolus amœnus, Soland.: pakoko. 161.
22. Mucuna gigantea, DC.?: kenaé. 148.?
23. Légumineuse...: papa. 75
Dolichos.... n'y a-t-il pas double emploi?
* Parkinsonia aculeata, L.
* Poinciana pulcherrima, L.: puké. 95.
* — Gilliesii, Hook.
Erythrina indica, L.: kenae.
24. Abrus precatorius, L.: poniu. 3.
25.* Tamarindus indica, L.
26. Guilandina bonduc, L.: keoho.
* Bauhinia tomentosa, L.
27. Cassia occidentalis, L.: akau tuia. 57.

28. Mimosa pudica, L. var. glabrata: teitahakaika. 210.
— pudica, L. var.
Acacia (Leucœna) glauca, Benth.
— Farnesiana, Willd?
— Lebbeck, Willd?
Inga affinis, DC,: akao manini. 192.
29. Terminalia glabrata, Forst.: maii. 70.
30. Metrosideros villosa, Sm.: heua. 101.
31. Barringtonia speciosa, Rumph.: hutu. 47.
— Lévêquii, nob.
32. Jambosa malaccensis, DC.: kuka. 167.
33. Psidium pomiferum, L.: tuava.
— pyriferum, L.
34. Cucurbita..... huepoo. 124.
— ..... huekai. 190.
— ..... pua hue (an C. aspera Sol.?)
35. Cucumis ..... katiu. 98.
36.* Passiflora hibiscifolia, L.: pua manini. 103.
Portulaca oleracea, L.: pokea. 183.
Weinmannia (an sp. nova?)
Ombellifère..... pahuauta.
37. Loranthus Forsterianus, Sch.?: e pivao. 54.
38. Gardenia taitensis, DC.: tiae. 82.
39. ~~Mussænda frondosa,~~ (+) L. (forma glabrior): tou. 125.
Chiococca barbata, Forst.
Rubiacée...... kokenua? 149.
Rubiacée...... hano. 205.
40. Rubiacée...... méhé. 193.
*Ageratum conyzoïdes, L.: meie farani. 50.
Adenostemma parviflorum, DC.: tatamako. 195.
41. Bidens (campylotheca) polycephala, Sch. bip. 40.
— Jardinii, Sch. bip.: au heato. 131.
— serratula, Sch. bip. 132.
— cordifolia, Sch. bip.: nihonikokioe. 199.
— pilosa, L. var. puberula, Sch. bip. 42.
42. Siegesbeckia orientalis, L.: niou. 17.
43. Sonchus lævis, Camer.: pota. 185.
Eclipta erecta, L. 1.
44. Vaccinium cereus, Forst.: heua? 101.
45. Inocarpus edulis, Forst.: ihi. 5.

(+) Erreur: le tou est un Cordia... au C. sebestena Forst, commun [illegible] à Tahiti (Cuz.) et toute l'Océanie – Le M. frondosa [illegible] existe sans doute aux Marquises [illegible] d'autres lieux des tropiques,

46. Ebénacée..... makomako. 225.
47. Carissa grandis, Bert.?: kaupe. 117.
48. Cerbera manghas, L.: eva. 10.
49. Alyxia.... katea. 118.
50. Asclepias curassavica, L.: kirika. 36.
Quamoclit vulgaris, Chois. 186.
51. Calonyction speciosum, Chois.: mahati. 179.
52. Batatas edulis, Chois.: pohué.
— ..... titau mei. 212.
— ..... titau kaikaha.
Ipomæa maritima, R. Br.: paniaohe. 137.
53. — batatas, Lam.: kumaa. 89.
Convolvulus......
— ..... hutu. 154.
Tournefortia argentea ? 58.
— orientalis , R. Br.?
54. Cordia? Tournefortia?: vaovao. 9.
55. Ocymum basilicum, L.: mini. 174.
56.* Salvia pseudo-coccinea, Jacq.: pua kiki. 61.
Herpestis monnieria, Humb.: hei otoka. 113.
Lantana camara, L.
57. Solanum repandum, Forst.: e kokou. 55.
— nigrum, L.: upoo. 136.
— viride, Soland.: upoo. 12.
— ..... upoo.
Physalis angulata, L.
58. — peruviana, L.: konihi. 56.
59. Capsicum frutescens, L.?: heva kua. 172.
— frutescens, L. var.: heva mei. 173.
Datura tatula, L.
60.* Nicotiana tabacum, L.: maimai hava au. 158.
61.* Nyctago jalapa, L.: 188.
62. Boerhavia diffusa, var. pubescens, Chois.: pato komata. 104.
Euxolus caudatus, Moq.
* Gomphrena globosa, L.: minikua.
Achyranthes aspera, L.: mokio. 21.
Cyathula prostrata, β debilis Moq.: ea ea mata. 153.
63. Santalum Freycinetianum, Gaud.: puahi. 99.
64. Santalacée ? .... ii te vai. 51.
65. Aleurites triloba, Forst. : ama. 110.

Croton ?..... tutaeka. 173.
66. Ricinus communis, L.: upéré aoe. 77.
— ...... upéré maoi.
Euphorbia alata, Forst.
— pilulifera, L.: ea ea mata ?
Antidesma ?..... 138.
— .... tueiau.
Phyllanthus ..... manono. 122.
— .... huéiki. 198.
67. Euphorbiacée ...... kouima. 138.
68. Papaya carica, L.: vi. 93.
69. Artocarpus incisa , L.: maoé mei.
70. Ficus religiosa, L.?: aoa.
Bœhmeria interrupta, Willd.: auokaoka. 123.
71. Pipturus propinquus, Wedd.: puté. 203.
72. Broussonetia papyrifera, Vent.: uté. 111.
Elatostema ?.... vai anu. 112.
73. Piper methysticum, Forst.: kawa kawa atua. 120.
— methysticum, Forst. var.: kawa kawa maoi.
— angulatum, R. et S.: kawa kawa iki.
— ...... kawa kawa atua.
74. Casuarina equisetifolia, Forst.: toa. 86.

Monocotylédones.

Orchidée..... ékaveinékaé. 33.
*Canna indica, L.: ékapuvao. 126.
75. Musa paradisiaca, L.: meika. 91.
76. Amomum ..... ékapui. 197.
Amomum ..... (an Curcuma longa, L.?): éka. 71.
77. Dioscorea alata, L.?: e hoi. 6.
78. Cordyline australis, Endl.: ou ti. 157.
79. Bromelia ananas , L.: haoa. 170.
80. Cocos nucifera, L.: éhi. 162.
Palmier.... vahake.
81. Pandanus odoratissimus, L.: haa. 88.
82. Tacca pinnatifida, L.: pia. 15.
83. Caladium esculentum, L.: tao. 81.
Colocasia esculenta, Schott.: au kapé. 209.
Schœnus elevatus, Soland.?
84. Cyperus macreilema, Steud. sp. nov.: mouka.

85. Cyperus consocius, Steud. sp. nov.
86. Fimbristylis nukahivensis, Steud. sp. nov.: haiki. 30.
— separanda, Steud. sp. nov.
— tertia, Steud. sp. nov.
— marquesana, Steud. sp. nov.
Panicum compositum, L.: ta puaé énu. 60.
— prostratum, Lam. 187.
— bicorne, Sieb.: é toétoé puaka. 59.
87. Pennisetum identicum, Steud. sp. nov.: moukutai. 134.
— articulare, var. setis albis.
— flavisetum, Steud. sp. nov.
88. Setaria viridis, L. var. nov.: pua pipii. 130.
89. Lasiolytrum pilosum, Steud. sp. nov.: toetoe puaka. 59.
Andropogon aciculatus, Retz.: okeoke. 31.
Eleusine rariflora, Steud.: tutae ménéméné. 32.
— indica, Gærtn.: tutae piki. 53.
90. Ctenium nukaivense, Steud. sp. nov.
Ceulotheca lappacea, P. B.: au heato ? 132.
Gastridium australe, P. B.
91. Bambusa ..... kohe. 48.
Phalaridée..... poteto.
92. Saccharum distichophyllum, Steud. sp. nov.: to.
Arundinacée..... kakaho. 29.
Sorghum saccharatum, Pers. var. 196.
93. Gram. nov. gen.: mooukoutai. 106.
Mertensia dichotoma, W.: aupipii. 8.
Ophioglossum pendulum, v. falcatum, Presl.: kikapakuéi.
Lomaria gibba, Labill.: puhei. 202.
Anthrophium plantagineum, Bory.: kikapakuéé. 114.
— .... kikapa maoi.
94. Asplenium nidus, L.: auketaha. 132.
— lucidum, Forst.: kikapakuéé.
— divaricatum, Kütz.: aumoho.
— tenerum, Forst.: mokohua. 160.
95. — furcatum, Kunth?: upokotikikaha. 140.
Aspidium (Lastræa) affine furcato: mokohua.
96. Lastræa patens, Presl.: aumakamaka. 16.
Polypodium phymatodes, L.: papamoko. 49.
Pteris pedata, L.: upokotikikaha. 161.
Litobrachya Guilleminei, Ag.: aumakamaka.

Davallia tenuifolia : aumohohatu. 18.
Nephrolepis rufescens, L.: aumakamaka. 2.
Hymenophyllum......
97. Lycopodium phlegmaria, L.: vei uta.
— cernuum, L.: aupipii. 62.
Selaginella minima, Spreng.
— arbuscula, Spreng.: aumoho. 150.
Bernharda dichotoma, Willd.: akiaki ohuohotohina. 144.

Acotylédones.

Mousses.

Pogonatum laterale, Schimp.
Bryum argenteum, var. lanatum, C. Müll.
Leucophanes octoblepharoïdes, Schimp.
Leucophanes .....
Syrrhopodon speciosus, Schimp. sp. nov.
Syrrhopodon?
Calymperes albovaginatus, Walk.-Arnott.
— Richardi, C. Müll.
Phyllogonium cryptocarpum, Schimp. in herb.
Philonotula?
Hookeria Jardini, Schimp. sp. nov.
— pallens, Schimp.
— Jagianæ, C. Müll.?
Hypnum cupressiforme, L.
— reflexum, L.
— Chamissonis, Hnsch.
— macroblepharum, Schimp.
— nukahivense, Schimp. sp. nov.
— Lepineanum, Schimp. in herb.
— sandwichense, Hook.

Hépatiques.

Anthoceros crassinervis, Nees.
Marchantia tholophora, Bisch.
Frullania Mertensiana, Lindenb.
Madotheca crispata, Nees ?
Thysananthus comosus, Lindenb.
— anguiformis, Tayl.

Ptychantes pycnocladus, Tayl.
Lejeunia pacifica, Mont.
Pellia carnosa Tayl.
Metzgeria Poeppigiana, Lindenb.
— dichotoma, Nees.
Jungermannia.....

Lichens.

Collema byrsinum, Ach.
— Boryanum, Pers.
— nigrescens, Ach. var.
Leptogium tremelloides, Fr.
— azureum, Ach.: pipii mei.
— diaphanum, Mont.
— lobulatum, Nyl. sp. nov.
Cladonia pyxidata, Fr.
— pyxidata v. cariosa, Ach.
— gracilenta, Nyl. sp. nov.: é imu a éhi.
Usnea barbata, var. plicata. Fr.: akiakivao.
Ramalina complanata, Ach. : kumi kumi upéré.
— subulata, Mont.
— linearis, Ach.
Sticta macrophylla, Hook.
Parmelia perlata, var. cetrarioides: e pipii kooé a éhi.
— perlata, var. laciniata.
— conspersa, Ach.
— leioplaca, Ach.
— sinuosa, Ach.
— retirugella, Nyl. sp. nov.
— speciosa, Ach.
Physcia mollescens, Nyl. sp. nov.
— speciosa, Fr.
— domingensis, Ach.
— applanata ?
Pannaria pannosa, Ach.
— fulvescens, Mont. : pipii é ti.
Coccocarpia incisa, Pers.
Lecanora confluens, Fr.
— parella, Ach.
Urceolaria scruposa, Ach.

Pertusaria dermatodes, Nyl. sp. nov.
Lecidea sorediata, Ach.
— vernalis, Ach.
— albo-atra, var. disciformis, Hffm.
— russula, Ach.
Graphis scripta, Ach.
— striatula, Ach.
— deplanata, Nyl. sp. nov.
— lineola, Ach.
— sp. nov. ex Nyl.
Arthonia pandani, Nyl. sp. nov.
Lecanactis varians, Nyl. sp. nov.
Chiodecton depressulum, Nyl. sp. nov.
Glyphis cicatricosa, Ach.
Verrucaria aurantiaca, Nyl. sp. nov.
— micromma, Mont., var. denudata, Nyl.
— prostans, Mont.
— cinchoniæ, Ach.
— farrea , Ach.
— chlorotica, var. carpinea, Ach.
— nitida, Schrad.
Porina americana, Fée.

Champignons.

Phallus indusiatus, Fr.
Agaricus campestris, L., var.
— pholiota.
— .....
Schizophyllum commune, Fr.
Polyporus xanthopus, Fr.
— marchionensis ex Lév., (hyposclerus, ex Berk.)
— marchionicus, Lév.
— hychnoides, Mont. (scabrosus, Fr.)
— lucidus, Fr. var. senilis.
— planus, Lév. sp. nov.
— auricomus, Lév. sp. nov.
— hyposclerus, Berk.
Poria communis, Pers.
Merulius.....
Hypochnus rubrocinctus, Mont.

Cyphella hortulana, Lév.
Exidia ampla, Lév. (hispidula, Berk.) : puaika véinéhaé.
— tomentella, Berk.
Dictyophora bi-campanulata, Mont.
Stemonitis fasciculata, Pers.
Sphæria mammæformis Fr. : popoakau.
— hæmatites, Lév.
— nodulorum, Lév. sp. nov.
Dothidea exanthematica, Lév. sp. nov.
Phoma circinnata, Lév.
Aschersonia placenta, Berk.
Sphæropsis conglobata, Lév. sp. nov.
Eurotium margaritaceum, Lév.

Algues.

Ectocarpus....
Hydroclathrus cancellatus, Bory.
Zonaria collaris, Ag.: papakakoutu.
Padina crustacea, J. Ag. sp. nov.
Centroceras clavulatum, Mont.
Nemastoma Jardini, J. Ag. sp. nov.
— Normandiana, J. Ag. sp. nov.
Ahnfeltia Durvillei, J. Ag.
Hypnæa pannosa, J. Ag. sp. nov.
Gelidium......
Halimeda opuntia, Lam.
— incrassata ?
— ovata, J. Ag. sp. nov.
— sp. nov. n° 129.
Suhria pristioides, J. Ag.: imu nanié.
Peyssonelia rubra, Grev.: imu vévé.
Actinotrichia rigida, Dcne.
Jania pacifica ?: imu kanatai.
Jania.....
Gracilaria.....
Bostrychia glomerata, J. Ag. sp. nov.
Polysiphonia .... 109. 110. 111.
Caulerpa plumaris, Ag.
— chemnitzia, Lamx.
— macrodisca, Dcne.
— cylindrica, Sonder.

Ulva rigida, Ag.
Enteromorpha compressa, Grev.
— clathrata, Grev.
Valonia ægagropila, Ag.
Ascothamnion intricatum, Kütz.
Codium tomentosum, Ag.
Acrosiphonia membranacea, J. Ag.
Lychoete moluccana, J. Ag.?
— tortuosa, J. Ag.
— antennina, Bory.
Conferva repens, J. Ag.
— repens var., J. Ag.
— patens ?
Draparnaldia ?
Lyngbya variegata, J. Ag. sp. nov.
— contexta, J. Ag.?
Scytonema.......
Synedra, sp. nov.
Schyzonema.....
Desmidiearum nov. gen. (propè Desmidium), sec. J. Ag.

III. — NOTES SUR QUELQUES UNES DES ESPÈCES CI-DESSUS MENTIONNÉES.

1. Le nom indigène manini, donné à l'*Anona squamosa* (corrossol), signifie chose douce, tant au goût qu'au toucher.

2. Les kanacs, dans les jours de fête, se peignent la figure et le corps avec le suc qu'ils expriment du *Sinapis* en écrasant cette plante. Les femmes mettent quelquefois la fleur dans le lobe de l'oreille, quand elles n'en ont pas de plus brillante.

3. Le *Cardamine sarmentosa* est très abondant dans les ravins des montagnes. On le mange en salade. Les kanacs s'en frottent quand ils ont des douleurs rhumatismales, les femmes enceintes s'en frottent également pour conjurer les mauvais génies.

4. L'*Urena lobata* et le *Sida rhomboidea* portent chez les indigènes le nom de puéhu; ils ajoutent à cette dernière espèce, quand ils veulent la désigner d'une manière spéciale, le nom de te aoé, qui signifie étranger, ce qui indiquerait que cette plante n'est pas indigène.

5. Il en est de même de l'*Hibiscus rosa sinensis*, que l'on m'a dit avoir été apporté de Taïti. Je ne l'ai rencontré que dans le voisinage des habitations. Cette plante est très recherchée à cause de ses belles fleurs rouges qui servent d'ornement aux femmes et entrent aussi, dit-on, dans la composition de quelques médecines pour certaines maladies internes.

6. Le hau des noukahiviens est le burao ou purao des taïtiens *(Paritium tiliaceum)*. C'est un des arbres les plus communs aux Marquises et dont on fait le plus d'usage. L'écorce sert à faire des cordes très fortes et les kanacs n'en connaissent pas d'autres pour attacher ensemble les différentes pièces de leurs embarcations et la toiture de leurs cabanes. Les feuilles larges et lisses servent à couvrir leur bouillie de fruit de l'arbre à pain, ou popoi, et à une foule d'autres usages domestiques. Les tiges, qui croissent droites et élancées là où ces arbres sont en grande quantité, servent à faire les chevrons des cases. On les tient submergées dans un courant d'eau douce pendant un mois environ, afin des les rendre moins susceptibles d'être attaquées par les vers.

La fleur est employée comme émolliente. Le *Paritium* aime de préférence les lieux humides, mais il s'accommode bien aussi des flancs des montagnes. Il croît très rapidement et dans tous les sens. Un bois de ces arbres à Noukahiva est curieux à voir en même temps que très fatiguant à parcourir. Quelquefois on rencontre une souche de 15 à 20 pieds de long, s'élevant de terre à deux pieds seulement, se

recourbant ensuite, pour s'étendre parallèlement au sol et s'y enfoncer de nouveau. De cette espèce d'arche s'élèvent des jets qui s'élancent à 30 ou 40 pieds de haut pour arriver jusqu'à la lumière.

Il existe à Noukahiva deux variétés du *P. tiliaceum*, l'une à fleurs rouges le haukua, et l'autre à fleurs jaunes le hau maoi. Elles sont à peu près aussi communes l'une que l'autre. J'ai remarqué une troisième variété, plus rare que les deux premières, dont toutes les feuilles sont trilobées, pendant que celles du type sont obcordées-acuminées.

Une espèce de *Paritium*? beaucoup plus petit que les autres, arbrisseau plutôt qu'arbre, est désignée par les indigènes sous le nom de hau vei; je ne l'ai jamais vue en fleur. Les indigènes distinguent encore le hau toto, dont les jets sont usités dans leur médecine, à cause de leurs propriétés émollientes, le hau tata puatea, le hau ipua kiai ; je ne les ai point rencontrées.

7. Le miio, *Therpesia populnea*, est d'une grande utilité pour ce pays; le bois, beaucoup plus dur que celui du genre précédent, sert à faire des pirogues, des jattes. La sciure répand une odeur de rose. On fait des étoffes avec son écorce, mais l'usage en est assez restreint, le pays fournissant d'autres plantes plus susceptibles que celle-là de remplir ce but.

8. Le *Sida rhombifolia*, L., n'est pas très usité aux Marquises, les kanacs emploient quelquefois son écorce pour cicatriser les blessures faites avec une arme à feu.

9. L'*Abutilon asiaticum*, G. Don., sert aux mêmes usages.

10. On trouve aux Marquises plusieurs espèces de *Gossypium*; le *G. arboreum*, L., que les indigènes appellent haavai ta te aoe, paraît, d'après cette désignation, avoir été importé; il est aussi abondant que le *G. Barbadense*, L.,

nommé par les kanacs haavai ta te énana ou indigène. J'ai souvent rencontré une autre Malvacée que je suppose être aussi un *Gossypium*, de plus petite espèce que les précédentes, mais je ne l'ai jamais vue en fleurs ou en fruits. Les naturels des Marquises ne font aucun usage du coton qui est long et soyeux; ils sont moins avancés sous ce rapport que les habitants de la côte occidentale d'Afrique.

11. Le *Calophyllum inophyllum*, Lam. (*Takamahaka*, Willd.) est commun aux Marquises où il atteint des proportions colossales. Les taïtiens l'appellent temanu. C'est le bin tagou de Singapour et le tacamaque de Bourbon. Sur le penchant des montagnes, il forme des bois épais où les kanacs déposent leurs cercueils, espèces de cimetières dont ils n'approchent qu'avec crainte et frayeur. Le temanu sert à une foule d'usages, principalement à faire des pirogues, que l'on travaille là où l'arbre a été abattu ; car les moyens de transport sont très difficiles dans un pays si montueux où il n'existe pas de voies de communication. Le bois du temanu est susceptible d'un beau poli, mais il est difficile à travailler, à cause de son fil court et irrégulier.

12. J'ai souvent vu les jeunes kanacs se tresser des couronnes avec le *Cardiospermum*, dont ils ne font pas d'autre usage.

13. Le bois jaune du *Sapindus microcarpa*, R. et P.? est assez dur, mais il est sujet à se fendre en séchant. Les kanacs ne s'en servent guère. Ils ne connaissent pas non plus la propriété de son suc pour blanchir les étoffes. Ils n'en pourraient du reste faire qu'un usage très-restreint, car leurs vêtements d'écorce d'arbre ne sont pas susceptibles d'être lavés, et les étoffes européennes qu'ils se procurent leur servent sans être nettoyées jusqu'à ce qu'elles tombent en lambeaux. Ceux-là seulement parmi les indigènes qui portent des chemises dans les jours de fête, les

font blanchir quelquefois, mais ce n'est qu'une exception qu'on ne voit que dans les villages où se trouvent des européens.

14. L'*Oxalis corniculata* L. ou *reptans*, Sol., tapisse toutes les fentes des paépaé ou tertres en pierre construits devant les cases. On s'en frotte dans certaines maladies internes.

15. Les kanacs piqués par quelque poisson, et l'on sait combien est dangereuse la piqûre de certains poissons dans les pays chauds, se servent des feuilles du *Ceanothus*, tutu, qu'ils amollissent en les passant au feu, avant de les appliquer sur la plaie. Ils font aussi des paniers grossiers avec la tige, qui est très flexible.

16. Je n'ai point trouvé cette rhamnée en fleur. On en fait infuser les feuilles dans l'eau pour bassiner les plaies.

17. Plusieurs plantes portent le nom indigène de niho niho-kioé, qui signifie dent de rat; ce nom est affecté au *Desmodium* à cause de la dentelure de ses gousses. On trouve ce genre dans toutes les localités à Noukahiva. La fleur sert d'ornement aux femmes.

18. Il semblerait, d'après l'appellation indigène de l'*Indigofera*, kokuhu farani ou aoé, qui signifie genêt étranger, que cette plante n'est point indigène des Marquises. Cependant elle y est très commune, surtout dans la baie de Taio-haë, où en certains endroits elle s'élève à près de dix pieds. Ce nom de farani ne lui aurait-il pas été donné à cause de l'usage qu'en font les européens, et pour la distinguer de la plante suivante.

19. *Tephrosia piscatoria* L., kohuhu. Les indigènes ne se servent pas du bois jaune de cette légumineuse. Ils font macérer les fleurs pour pêcher dans les endroits profonds du bord de la mer, le suc de ces fleurs ayant la propriété d'enivrer le poisson et de le faire venir à la surface. La

vapeur des rameaux brûlés est préconisée contre les maladies des parties génitales. Les kanacs s'en servent également pour chasser les mouches et les moustiques. Les fleurs servent de parure et les femmes en font des colliers.

20. Le *Rhynchosia punctata*, kiki, sert aussi à prendre le poisson.

21. Les tiges florales du *Phaseolus amœnus*, pakoko, sont assez flexibles. Les kanacs en font des filets pour prendre le poisson.

22. Le kenaé (*Mucuna gigantea ?*) est un bel arbre très-commun dans la baie de Taio-haë. Son bois est excessivement léger et n'est point employé. La partie voisine de l'écorce est plus serrée que vers le cœur. Les indiens font avec les feuilles du kenaé des cataplasmes qu'ils s'appliquent sur le front, pour les maux de tête.

23. La légumineuse appelée papa sert comme le *Phaseolus amœnus*, à faire des filets.

24. L'*Abrus precatorius*, L., poniu, que l'on trouve dans tous les pays chauds, est très commun aux Marquises. Les kanacs se frottent quelquefois le corps avec les feuilles. Les fruits arrivés à leur maturité et ayant acquis cette belle couleur rouge qu'on leur connaît, servent à faire des colliers pour les hommes et un ornement de tête. Les bourgeons de la racine ont le goût de la réglisse, ce qui a fait donner à cette plante les noms de herbe de réglisse, liane à réglisse, réglisse des Antilles.

25. Je n'ai vu qu'un seul *Tamarindus* dans la cour de l'habitation du roi Te-moana, baie de Taiohaé à Noukahiva. Je ne pense pas, pour cette raison, que cette espèce soit indigène. Elle est cependant indiquée dans le *Zephyritis taitensis*, de même que l'*Indigofera*, le *Cajanus*, le *Poinciana*, le *Spondias*, le *Nyctago*.

26. Le *Guilandina bonduc*, L., keoho, est aussi commun

à Noukahiva que les ronces dans nos haies en France; on le rencontre partout. C'est une plante fort incommode lorsqu'on pénètre dans les broussailles, à cause de ses aiguillons recourbés. Les kanacs n'en font aucun usage, non plus que de ses jolies graines grises, appelées œil-de-chat.

27. Le mot kanac akahu tuia appliqué au *Cassia occidentalis*, L., signifie plante qui sent mauvais. Cette espèce est purgative, mais les naturels ne lui connaissent pas cette propriété. Ils extraient des feuilles un suc, paku, dont ils se frottent dans certaines maladies, gonflements, tumeurs.

28. Teita hakaina se traduit par plante qui a honte. C'est le nom que les kanacs donnent au *Mimosa pudica*. On en trouve à Noukahiva deux variétés, qui ne sont pas très communes, la var. *glabrata* et une autre variété plus grande, très hispide dans toutes ses parties, *hirsutissima*.

29. Le *Terminalia glabrata*, Forst., maii, se trouve aux Marquises, dans toutes les koikas ou places publiques, comme les ifs dans nos cimetières. Les kanacs de cet archipel mangent quelquefois le fruit, qui a à peu près le goût de l'amande. Le bois est dur et rougeâtre, il pourrait être utilisé dans les constructions.

30. Le *Metrosideros* ne croît qu'à une certaine hauteur dans les montagnes; sans usage si ce n'est comme parure.

31. Le *Barringtonia speciosa*, Rhumph., est assez commun sur les côtes de Noukahiva. Les indigènes se servent du fruit à l'état frais pour prendre le poisson, de même que les habitants de l'Inde. Ils l'ouvrent avec un caillou et en frottent le rocher qui forme la cavité où se trouve le poisson qui, énivré, vient à la surface et se laisse prendre à la main. Le fruit de cette espèce est quadrangulaire et quelquefois pentagone. J'ai reçu de l'ile de la Madelaine, faisant partie du même archipel, un fruit de *Barringtonia* entièrement sphé-

rique et de la grosseur d'une forte orange. Cette différence bien tranchée est venue confirmer ce qu'on m'avait dit d'une autre espèce de *Barringtonia*, existant dans une île voisine. Peut-être même cette sphéricité du fruit, jointe à d'autres caractères différents de ceux du *B. speciosa*, et que je n'ai pu étudier, feront de cette plante un genre nouveau. Je lui ai affecté en attendant le nom spécifique de *Levequii*, nom du capitaine de vaisseau, commandant l'*Artémise* et le port de Taio-haé. Gaudichaud, dans la partie botanique de son voyage autour du monde, cite les *B. speciosa* et *racemosa* qu'il a rencontré aux Mariannes, Moluques, etc.

32. *Jambosa malaccensis*, DC., keika. Cette jolie myrtacée est assez commune à Noukahiva, où elle vient sans culture dans les lieux ombragés. Les habitants font peu de cas de ses fruits qui sont très rafraîchissants.

33. Les deux espèces *pyriferum* et *pomiferum* du *Psidium* croissent à Noukahiva ; on distingue deux variétés de la dernière espèce, l'une dont le fruit est gros et rugueux, l'autre qui a le fruit petit et lisse. On trouve la première dans les endroits bas et humides et l'autre, dans les lieux secs et élevés. On m'a dit que le goyavier avait été apporté de Taïti ; s'il en est ainsi, il est parfaitement naturalisé aux Marquises où il s'est propagé d'une manière incroyable. On le rencontre partout, grâce aux porcs à demi sauvages qui font leur nourriture presque exclusive de ces fruits. Les kanacs préfèrent la goyave encore verte et écrasée, dont ils se servent comme d'un excellent remède dans les contusions. Ils ne se servent pas du bois de cet arbre, qui n'atteint pas à Noukahiva de fortes dimensions et reste plutôt à l'état d'arbrisseau rameaux dès la base. On fait des meubles rustiques avec ses branches qui sont très flexibles.

34. Les noukahiviens se servent du fruit de l'espèce de

Cucurbita qu'ils appellent huépoo ou aupoo, pour faire l'embouchure de leurs conques de guerre. Le hué-kai se mange, comme l'indique le mot kai pour kaikai, manger. Le pua-hué à larges feuilles tachées de blanc et très-hispides, se mange également. Le fruit est assez gros.

35. Le katiu, *Cucumis..*, ne sert aux kanacs qu'à faire des couronnes; le fruit, confit au vinaigre, fait un excellent condiment.

36. Les kanacs appellent le *Passiflora hibiscifolia*, pua manini, à cause de ses feuilles douces et veloutés. J'ai trouvé cette jolie espèce près du débarcadère du poste de Taiohaë. Il paraît qu'elle a été importée. Le *Zephyritis* ne la mentionne pas.

37. Le pivao, *Loranthus Forsterianus* Sch., ne sert qu'à faire des couronnes.

38. Il en est de même du *Gardenia taïtensis* DC., tiaé, en taïtien tiare, dont les femmes mettent les fleurs odorantes dans le lobe de leurs oreilles. Je n'ai vu cette plante que dans le voisinage des habitations. A-t-elle été apportée de Taïti?

39. Le bois du *Mussænda frondosa*, (1) L., tou, de couleur foncée, est susceptible d'être employé dans l'ébénisterie. Les kanacs ne s'en servent pas.

40. Le méhé est une Rubiacée, arbrisseau de 7 à 8 pieds de haut, qui croît dans la Henua-Taha, ou partie plate de l'île de Noukahiva. Les kanacs estiment beaucoup cette espèce pour son écorce, qui est très odorante et qu'ils enlèvent pour s'en faire des colliers.

41. Quatre espèces nouvelles de *Bidens* et une variété ont été reconnues par le savant botaniste C. H. Schultz, parmi les Composées que j'ai recueillies aux Marquises. Il en donne la diagnose dans le n° 23, 20 juin 1856, du Flora, journal de botanique qui paraît à Ratisbonne, dans un

(1) V. la Note m.ss. de la p. 296.

article intitulé : Verseichniss der Cassiniaceen, welche Herr Edelstan Jardin in der Jahren 1853-55 auf den inseln des stillen Oceans gesammelt hat, p. 253 et suiv.

42. *Siegesbeckia orientalis*, L., au niou. Cette plante est en grande estime chez les femmes kanaques qui veulent se blanchir la peau. Elles en pilent les feuilles et s'en frottent la veille des jours de fête. Les fleurs non entièrement développées servent à faire des colliers.

43. Le *Sonchus lævis* Cam., pota, se trouve sur les crêtes des montagnes qui séparent Taio-Haë de la tribu des Happas. Cette plante est usitée dans la médecine des kanacs.

44. Le *Vaccinium cereus*, Forst., se trouve voisin du *Metrosideros*, au col des Naikis, à 700 mètres environ au-dessus du niveau de la mer. Il est signalé dans le Zephyritis.

45. Le bois de l'*Inocarpus edulis*, Forst., mapé en taïtien, ihi en noukahivien, est assez dur, mais les vers l'attaquent facilement. Les feuilles de ce bel arbre servent à Taïti à la nourriture des chevaux; à Noukahiva, on mange cuits sous la cendre, les fruits qui ont le goût de la châtaigne. C'est une espèce de ce genre qui produit en Chine le vernis dont on recouvre les meubles dits meubles de laque.

Le *Serresius galeatus*, Bp., se nourrit de ses fruits ainsi que de ceux du *Ficus religiosa* et du *Carissa grandis* (1).

46. On trouve sur l'une des Sentinelles, à l'entrée de la baie de Taio-haë, une Ébénacée de 10 mètres environ, dont le tronc a l'écorce grise, légèrement striée. Les feuilles sont alternes, coriaces, entières, pétiolées, de forme obovée, de 3 centimètres sur 4, fortement nervées. Les fleurs sont d'un jaune clair brillant, formées d'un calice monosépale,

(1) Notes sur les ois. des Marquises, p. 1. Compt. rend. acad. Sc. 1855, XLI, p. 1110.

strié longitudinalement, corolle monopétale à 6 lobes peu saillants, 6 étamines égales entre elles, ovaire libre, style simple, bi-trifide. Le nom kanac est makomako. Est-ce un nouveau genre?

47. Le *Carissa grandis*, Bert., n'est pas commun à Taiohaë, je ne l'ai vu qu'auprès du bois de Temanus dans la vallée d'Avao. C'est un arbre de 30 à 40 pieds d'élévation, dont les rameaux s'étendent fort loin du tronc. Le fruit rouge à sa maturité s'appelle kaupé. Quand un indien est mort, si on veut embaumer son cadavre, on frotte sa tête de monoï, qui est une espèce d'huile odorante faite à Taïti avec l'huile de coco et certaines plantes odorantes, puis on l'entoure de fruits du *Carissa*, pour empêcher, dit-on, les cheveux de tomber.

48. Les fruits du *Cerbera manghos*, L., eva en noukahivien, reva en taïtien, sont très vénéneux. Les kanacs, dit-on, s'en servent pour faire périr celui d'entre eux qui aurait violé un secret. L'établissement du christianisme aux Marquises rend la constatation de ce fait assez difficile à découvrir. On en fait également usage à Madagascar comme épreuve judiciaire. Les fleurs exhalent une odeur douce et très agréable. Henry fils et Ollivier ont extrait de cette plante le principe vénéneux appelé tanghine, très acre, cristallisable, soluble dans l'éther et dans l'alcool, et fusible à une certaine température. (Dict. de médecine de Nysten).

49. On fait avec l'écorce du katea des étoffes au moyen de la préparation dont nous parlerons à l'article du Broussonetia.

50. L'*Asclepias curassavica* L. est aussi abondant à Noukahiva qu'à Taïti. On l'appelle kirika, peut-être du mot anglais silk, à cause des aigrettes soyeuses dont sont munies ses graines et dont les indigènes font des coussins très moelleux, quand ils veulent se donner la peine d'en ramasser une quantité suffisante.

51. Les kanacs de Noukahiva se servent de la graine concassée du mahati comme d'un excellent purgatif. Cette belle convolvulacée se trouve en différentes localités dans l'île : chez les naikis, les happas, les taipis-vai et près du mont Quetu.

52. Outre le *Batatas edulis*, appelé pohué, on trouve deux autres espèces de *Batatas*, une appelée titahu me, dont le tubercule n'est pas filandreux; et l'autre désignée sous le nom de titahu kaikoha, dont le tubercule filandreux n'est guère comestible. Ces deux espèces se rencontrent dans la baie des Atiheus au nord de l'île. L'espèce appelée pohué vient en abondance au bord de la mer jusqu'à l'endroit même où le flot mouille la plage.

53. L'*Ipomœa batatas*, Lamk., kumaa, commence à être cultivée par les naturels dans la baie de Taiohaé et dans celle des Atiheus, non pour leur usage particulier, mais pour la vendre aux navires baleiniers qui y relâchent quelquefois. Les feuilles peuvent se préparer en guise d'épinards.

54. Les fleurs du vaovao, *Cordia ?*, servent à faire des couronnes, comme en général toutes les plantes dont les fleurs et les feuilles sont susceptibles d'être disposées autour de la tête. Les kanacs font, dit-on, macérer les feuilles de cet arbre pour en extraire une couleur bleue. Je n'en ai jamais vu faire usage, et je n'ai point vu de leurs étoffes teintes de cette couleur. Une autre espèce a le bois très cassant et la fleur répand une odeur très agréable.

55. Les naturels cultivent l'*Ocymum basilicum*, L., mini, à cause de son odeur balsamique. Cette plante est-elle importée ? On trouve à Taïti l'*O. gratissimum* L., d'après le *Zephyritis*.

56. Ils estiment également le *Salvia pseudo-coccinea*, Jacq., qu'ils appellent pua kiki, fleur rouge, et qui paraît aussi avoir été importée.

57. Le *Solanum repandum*, Forst., koukou, est commun aux Marquises ; le fruit, d'un jaune velouté, a une saveur acide assez agréable quand il est mûr. Il n'est point prisé par les kanacs. Le *S. nigrum* est quelquefois employé comme assaisonnement avec la popoï; il en est de même du *S. viride*.

58. Les naturels font des compresses avec les feuilles du *Physalis peruvania*, konini, quand ils ont des maux de tête. Ils emploient aussi cette plante comme ornement. Le nom de upoo paraît s'appliquer indistinctement aux genres *Solanum* et *Physalis*.

59. Les deux variétés de *C. frutescens?* existent à Noukahiva. La première, à fruits ronds est appelée par les indigènes heva-kua, la seconde, à fruits allongés, porte le nom heva-mei. Je ne les ai jamais vus se servir de cette plante comme condiment.

60. Les naturels du pays aiment beaucoup le tabac, hommes et femmes, enfants même, tous fument la pipe, mais leur indolence est telle qu'ils ne se donnent pas la peine de cultiver cette plante, sauf dans quelques localités éloignées des points de communication, où ils ne peuvent s'en procurer à bord des navires marchands. Ils l'appellent mai mai? et kawa hau, peut-être à cause de sa propriété semblable à celle du Piper. Elle paraît importée.

61. Le *Nyctago jalapa*, L., serait également venu de Taïti. Cette plante est citée dans le *Zephyritis*.

62. Le patoko mata ou cacamata, *Boerhavia diffusa*, Chois., signifie herbe à se mettre dans l'œil, parceque les petits enfants, en jouant, se servent de la tige de cette plante pour tenir leurs paupières ouvertes, dans quel but, je l'ignore; telle est du moins l'explication qui m'a été donnée.

63. Le *Santalum Freycinetianum*, Gaud., Sandal, puahi

en noukahivien, enchi en taïtien, peu abondant dans l'île de Noukahiva, l'est beaucoup plus dans les autres îles du groupe. Guibourt, dans son histoire naturelle des drogues, dit qu'il en est arrivé des Marquises un échantillon en bûche triangulaire, formé d'un cœur fauve jaunâtre tandis que le reste du bois est fauve et blanchâtre; la couleur est plus pâle lorsque le bois est frais. L'odeur n'est pas très forte et incline vers celle de la rose, plus que le véritable Santal citrin. Les kanacs renferment dans des sachets la sciure odorante de ce bois et en mettent aussi dans l'huile de coco pour lui donner une odeur agréable. Il n'en existe, dans la baie de Taiohaé, qu'à un seul endroit, au fond de la vallée de Meao.

64. Ii te vai. Cette Santalacée est en usage chez les kanacs pour faciliter l'extension sous les coups du cylindre et du marteau cannelés, des écorces dont ils se servent pour faire leurs étoffes.

65. L'ama, *Aleurites triloba*, Forst., est commun aux Marquises; la noix appelée noix de bancoul est bonne à manger. Les kanacs font chauffer la coque afin de l'ouvrir plus facilement, pour ne pas endommager le fruit, qu'ils enfilent au moyen de la nervure d'une feuille de cocotier ou d'une tige de bambou. Ils se servent de ces brochettes pour s'éclairer dans leurs cases. Ils emploient aussi ce fruit qu'ils carbonisent, pulvérisent ensuite et délaient dans de l'eau, pour tracer sur leur peau les dessins qu'ils veulent y fixer.

66. On trouve à Noukahiva deux variétés ? du *Ricinus communis*, l'une que les naturels appellent péré maoé ou indigène, l'autre, upéré aoé ou étranger. J'ignore pourquoi cette dernière désignation. Les Européens leur ont appris les vertus de cette plante.

67. La râpure de l'Euphorbiacée désignée sous le nom de kouima, sert à consolider les fractures.

68. Le *Papaya carica* Endl., que l'abbé Mosblech appelle arbre à melon dans son dictionnaire noukahivien, vi dans cette langue et minita en taïtien, vient sans aucune culture aux Marquises. Il affecte spécialement les lieux pierreux, les décombres, peut-être parceque ses graines sont plus répandues dans le voisinage des habitations que dans les fourrés; les fruits sont excellents, et cependant les kanacs n'en font guère usage.

69. L'*Artocarpus incisa*, mei, en taïtien mayoré, est à coup sûr l'arbre le plus utile pour les insulaires des Marquises, puisque son fruit est leur principale nourriture. On le dit des Moluques ou des îles de la Fronde; mais, s'il a été importé aux Marquises, ce qui est assez douteux, (car comment les habitants se seraient-ils nourris sans lui ?), il faut supposer qu'ils l'ont transporté avec eux; dans tous les cas il y est parfaitement naturalisé et quel que soit le profit qu'ils en retirent, les kanacs prennent peu de soin de sa culture; ils se contentent d'enlever les broussailles qui étoufferaient les jeunes plants. La végétation est si puissante dans ces latitudes, que lorsqu'un arbre à pain tombe de vétusté, conservant un reste de sève vers l'écorce, les branches qui par la chûte viennent à toucher la terre, y prennent racine et ne tardent pas à former de nouveaux pieds qui, en quelques années, sont en état de donner des fruits. Les indigènes prétendent que cette espèce ne peut être transplantée. Ils en comptent jusqu'à trente-trois variétés qui ne sont sans doute pas susceptibles d'être indiquées scientifiquement, car elles résultent de la hauteur et du port de l'arbre, des feuilles plus ou moins profondément incisées, des fruits plus ou moins gros, de leur couleur verte plus ou moins foncée, de leur surface plus ou moins rugueuse, des pédoncules plus ou moins longs, de l'époque de la maturité des fruits, etc., etc. Cependant comme il peut, il doit même se trouver dans

le nombre quelques variétés susceptibles de fixer l'attention du botaniste, j'ai cru devoir en indiquer ici les noms indigènes, ce sont : le maoé, dont le fruit s'appelle mei, le plus commun, puau, koui, kuuhaa, puou, koopupu, pihiti, euea, kuu-matuké, kootea, oukapé, oha, komanu, kuhuvahaka, kauhiva, pitaké, pohata, kihohaa, huihui, tavau, kavékavé-ahéké, hahaua, kiitahi, kipokipo, kuutaa, maikiouhoi, epau-pipii, kiékié, kuahé, kokaupopoto, patiotio, amoa.

Je n'ai point vu toutes ces variétés, mais elle m'ont été indiquées par un Tahuka, savant, qui paraissait très bien connaître les richesses végétales de son île. L'espèce épau pipii produit en abondance un suc laiteux qui se concrète à l'extérieur. Les noms pihitii et patiotio sont ceux de deux oiseaux du pays qui se nourrissent sans doute de ces fruits. Les naturalistes de l'expédition de la Coquille n'ont reconnu à Taïti que des variétés de l'*A. incisa*, différentes entre-elles par les feuilles.

L'arbre à pain est utile aux kanacs dans toutes ses parties. Avec l'écorce des jeunes arbres ils font des étoffes. Le bois, qui a atteint son développement, sert à faire des pirogues, des pièces de charpente pour les cases, des ustensiles de ménage. Avec les feuilles on couvre les habitations et les fruits se mangent après avoir été réduits en bouillie ou popoi, soit frais, popoi mei, soit conservés, popoi mâ, après avoir fait subir à ceux que l'on veut conserver une préparation dont j'ai donné le détail ailleurs (1). On met le fruit, réduit en pâte, dans des trous quelquefois très profonds, et il s'y conserve de longues années. On m'a assuré qu'il existait de ces greniers souterrains, qui n'avaient pas été complétement vidés depuis plus de cent ans, et dont la popoi était aussi bonne que celle de quelques années seulement.

(1) Mém. de la Soc. Acad. de Cherbourg, 1856.

70. Le *Ficus religiosa* ?, aoa, atteint aux Marquises des proportions colossales. Celui qui se trouve à l'entrée de la vallée de Meas, près de la rivière, et qu'on désigne sous le nom d'arbre de Moana (nom du roi), est remarquable par la dimension de son tronc et l'étendue de ses rameaux. Les graines servent de nourriture à une espèce de tourterelle, *Thouarsistreron leucocephala*, Bp. Quand l'arbre est jeune, les kanacs l'appellent hiapo et en font des étoffes très estimées.

71. Le *Pipturus propinquus*, Weddel, se trouve chez les Atiheus, tribu du nord de l'île de Noukahiva. Les kanacs se servent de ses branches, qui sont très flexibles, pour faire des liens grossiers.

72. Le *Broussonetia papyrifera*, Vent., *Morus papyrifera*, L., appelé uté, est cultivé avec assez de soin aux Marquises, parceque c'est avec son écorce que les naturels font presque tous leurs vêtements ; pour cela, ils ne le laissent jamais croître à plus de 10 à 12 pieds et ils ont soin d'enlever tous les bourgeons qui paraissent le long de la tige, afin de ne pas avoir de solution de continuité dans l'écorce dont ils se servent; c'est ce qui a fait dire à Forster que le mûrier à papier ne fleurit jamais à Taïti ni aux Marquises. J'ai indiqué dans une notice sur ce dernier archipel, la manière dont les naturels préparent leurs étoffes : j'y renvoie pour plus de détails sur ce sujet.

73. Le nom générique du *Piper* en kanac est kawa; celui dont ils se servent pour composer leur breuvage énivrant est le kawa maoi, commun, indigène, *P. methysticum*, Forst. Une variété de cette espèce est le kawa kawa atua ; le kawa kawa iki est le *P. angulatus* R. et P.? Il en existe encore deux autres espèces dont je ne connais pas les noms indigènes; l'une d'elles est remarquable par ses feuilles acuminées, à nervures convergentes vers l'extrémité,

et cotonneuse ainsi que la tige, et l'autre par ses feuilles lisses, plus petites, moins lancéolées, quoique n'affectant pas la forme rhomboïdale du *P. methysticum*, et surtout par ses épis de fleurs grêles, très allongés et droits, quand les autres espèces de Noukahiva ont généralement les épis recourbés en crosse.

74. Le toa, *Casuarina equisetifolia*, Forst., croît dans les lieux les plus arides et les plus rocailleux du littoral; on ne le trouve guère dans l'intérieur. Son bois, très dur, sert à faire des casse-tête, des pagaies, des bâtons de chefs.

75. *Musa*. Le fruit de presque toutes les espèces de ce genre est comestible, soit qu'on le mange cru, soit qu'on le fasse cuire. Les kanacs des Marquises cultivent le bananier, mais ils conservent les bananes pour les jours de fête, ils n'en mangent point habituellement. Les variétés du *M. paradisiaca* sont très nombreuses chez ces indigènes, ce qui prouve leur esprit observateur. Pour les motifs indiqués au sujet de l'*Artocarpus*, je donnerai les noms qu'affectent les kanacs à ces variétés, ce sont : meika maoi, ou bananier commun, meika huetu, monokia, poupou, pukokiva, pako, oua, koka, hamau, puou, pehatu, kaupé, hauaua, moepua, éaki, maei, uhiau, kina (vulg. bananes de Chine), oka, koka, kokakatiu, kokupahiau, kokaehu, kokanui, moa, kinukoa.

76. L'*Amomum*, que les naturels de Noukahiva désignent sous le nom d'ekapui, se trouve sur la crète des montagnes qui séparent la baie des Atiheus du centre de l'île. Le périanthe renferme une assez grande quantité de liqueur sucrée qu'expriment les kanacs quand ils rencontrent cette plante, mais sans y attacher aucune propriété médicinale.

Une autre espèce d'*Amomum* qui ne croît qu'au Muaké, dans la partie centrale de l'île, est beaucoup plus précieuse pour les indigènes, par la couleur jaune que leur fournit la

racine, qui a la forme d'une petite carotte rugueuse. La poudre qu'ils obtiennent de cette racine est préparée avec mystère et se vend fort cher; elle leur sert à teindre quelques unes de leurs étoffes les plus fines, et à se peindre le corps les jours de fête; ils la désignent sous le nom unique de éka.

77. Les indigènes ne cultivent pas le *Dioscorea alata*, L., é hoi, qui croît en plusieurs endroits; seulement, quand ils rencontrent une de ces plantes, ils en déterrent la racine souvent enfoncée profondément sous terre. Ils font des couronnes avec les fleurs en grappes.

78. La feuille du *Cordyline australis*, Endl., ti, sert à tapisser les trous dans lesquels on dépose la pâte ou popoi mâ, résultant de la préparation du fruit de l'arbre à pain.

79. Le *Bromelia ananas*, L., haoa, vient sans culture au mont Quetu, aussi ses fruits sont loin d'être savoureux, et sont coriaces et petits. Les naturels ne cultivent pas cette plante dont les habitants de quelques parties de la côte occidentale d'Afrique, dans la rivière du Gabon, tirent un grand parti pour les fibres textiles et soyeuses de ses feuilles.

80. Les naturel des Marquises distinguent onze variétés de cocotier, ce sont: l'éhi atuau, tokaoe, mamaimu otea, haniaoo, ootahi, moraiéhu, nana, hauméké, éhiéhua, tiéhutiéhu. Le tronc, les feuilles et les fruits de ces arbres sont employés très fréquemment : le tronc sert à faire la tête et les pieds du lit au niveau du sol, qui règne dans toute la longueur de la case et qui n'a pas plus de quatre pieds de longueur, de sorte que les jambes reposent sur une pièce de bois, pendant que la tête est appuyée sur l'autre, souvent sans rien de plus moëlleux. Le centre est tapissé de fougères et cypéracées et recouvert d'une natte.

On m'a signalé un autre palmier appelé vahaké, dont le

fruit est beaucoup plus dur que celui du *Cocos nucifera*, et les feuilles disposées en lanières; il paraît se trouver en petite quantité dans le nord de l'île.

Le cocotier rapporte au bout de 8 ou 10 ans; dans l'archipel des Paumotu, il commence à donner des fruits beaucoup plus tôt encore, et un négociant ayant habité longtemps cet archipel m'a assuré en avoir planté qui ont donné des fruits au bout de cinq années.

81. Le *Pandanus odoratissimus*, L., haa en noukahivien, fara en taïtien, est très commun aux Marquises. Les feuilles de cet arbre singulier, qui ressemblent à celles de l'ananas, quoique beaucoup plus longues, servent à faire aux cases des indiens des couvertures dont la durée est plus grande que celles qui sont confectionnées en feuilles de cocotier ou d'arbre à pain. Hommes et femmes font avec les graines, d'un jaune rougeâtre, des colliers volumineux qui répandent, lorsqu'ils sont frais, une odeur agréable; ce fruit est susceptible d'être mangé, on en fait quelquefois une pâte assez savoureuse.

82. Les noukahiviens ne font guère usage du *Tacca pinnatifida*, L., pia. Il n'en est pas de même à Taïti où la racine raclée avec une coquille de porcelaine et séchée au soleil sert à gommer le linge. Les taïtiens mangent aussi ce tubercule après des préparations convenables, et les femmes font avec les fibres, d'un blanc soyeux, des couronnes fort élégantes et que ne désavouerait pas le goût le plus difficile.

83. Le tao, en taïtien taro, est le *Caladium esculentum*, L. Les indigènes des Marquises cultivent à peine cette plante, quoiqu'ils l'estiment beaucoup; on le conçoit facilement, puisqu'ils ont des arbres à pain en quantité suffisante, et la culture de ce dernier est beaucoup plus simple que celle du *Caladium*. Aux Sandwich, on rencontre de vastes étendues de terrain, plantées de cette aroidée.

Une autre aroidée, le *Colocasia esculenta*, Schott, au kapé, atteint à Noukahiva des proportions gigantesques; c'est le *Chou caraïbe*. Il n'est pas plus cultivé que le tao.

84. M. Steudel a reconnu dans le mouku des Marquises une espèce nouvelle de *Cyperus* à laquelle il a donné le nom de *macreilema*. Cette belle espèce qui atteint un mètre et plus de hauteur est remarquable par sa tige triquètre à la base de l'ombelle, par ses bractées longues de plus de 50 centimètres et fortement scabres ainsi que les feuilles à la partie inférieure, enfin par ses épis lâches, sans bractées secondaires. Cette belle espèce se trouve principalement dans la tribu des Akapua, baie du Contrôleur, et dans celle des Naïkis; la tige, réduite en filaments, sert aux kanacs comme d'un espèce de tamis pour la préparation du kawa et du lait de coco.

85. Le *Cyperus consocius*, autre espèce nouvelle également déterminée par M. Steudel, et dont l'usage est le même, diffère de la précédente par sa tige fortement triquètre dans toute sa longueur, par ses bractées à la base de l'ombelle moins longues, par ses épis simples accompagnées de bractées ne dépassant guères la longueur de l'épi et quelquefois linéaires et rudimentaires dans les épis inférieurs, et par ses feuilles beaucoup moins scabres. On trouve cette espèce mêlée avec la précédente.

86. Dans les *Fimbristylis* que j'ai recueillis aux Marquises, M. Steudel a reconnu quatre espèces nouvelles qu'il a désignées sous les noms de *F. nukahivensis*, *separanda*, *tertia* et *marquesana*. La première espèce, d'un pied de hauteur et plus, a les épillets en ombelles inégales et les feuilles roussâtres, de 1 à 2 pouces, scarieuses sur les bords et terminées par une pointe scarieuse; la deuxième espèce, plus petite, a les épillets le plus souvent solitaires, plus gros que ceux du *F. nukakivensis*; la troisième espèce

de 6 à 8 pouces de hauteur, a les épillets solitaires, munis d'une feuille bractéiforme 2-3 fois plus longue que l'épillet, et les feuilles linéaires presque aussi longues que les tiges florales ; la quatrième espèce a comme les deux précédentes les épillets solitaires, munis d'une bractée linéaire, mais elle s'en distingue facilement au premier coup d'œil par son port beaucoup plus petit, et par sa tige fortement striée. Toutes ces espèces croissent dans les lieux humides; les indigènes leur donnent le nom de *haiki*, et ils les emploient à couvrir la partie du sol de leurs maisons comprise entre les deux troncs de cocotier et destinée à leur servir de lit.

87. Le moukoutai des kanacs est une espèce nouvelle de *Pennisetum* appelée par Steudel *P. identicum*. Le second *Penn.* est une variété de l'*articulare* Trin. Le troisième *Penn.* est une espèce nouvelle appelée par Steudel *flavisetum*.

88. Le pua pii, fleur qui se colle, qui s'accroche, à cause de ses arêtes en forme d'hameçon, est une nouvelle variété du *Setaria viridis* L., sans utilité à Noukahiva.

89. Le toetoe puaka est une nouvelle espèce de *Lasiolytrum*? désignée par Steudel sous le nom de *pilosum*.

90 *Ctenium nukahivense*, Steud., espèce nouvelle, commune dans la baie de Taiohaé.

91. Les kanacs distinguent deux espèces de kohé, bambou, le maoi et le taavi dont le bois est plus dur et dont on se servait, sans doute pour cette raison, en guise de couteau pour dépécer les victimes humaines. Le bambou est employé par les naturels à une foule d'usages, principalement à faire le clayonnage des cases. Ils sert aussi, dans l'intérieur du pays, là où les habitants ne peuvent se procurer d'ustensiles européens, à transporter de la rivière l'eau qui sert aux usages domestiques.

92. M. Steudel a désigné sous le nom de *distichophyl-*

lum la nouvelle espèce de *Saccharum* que les indiens cultivent auprès de leurs cases et à laquelle ils donnent le nom de to. La tige supérieure et les feuilles leur servent à faire des torches, quand ils vont pêcher le poisson la nuit. La canne n'est coupée que pour les jours de fête. On en apporte au lieu de réunion d'énormes paquets qui sont ensuite distribués aux assistants. Les indigènes distinguent diverses espèces ou plutôt variétés provenant sans doute de la culture dans des terrains différents, ce sont : le to maoi, upau, canne à sucre rouge, tuaké, kakamau, koniotété, kikiha, taputu. Il pourrait se faire que les *Saccharum officinarum*, L. et *spontaneum* L., signalés dans le *Zephyritis*, se trouvassent parmi ces variétés.

Il faut encore signaler une autre arundinée, appelée kakao, qui croît dans les montagnes et dont les kanacs font grand usage pour leurs pêches de nuit.

93. On trouve encore à Noukahiva un nouveau genre de graminées, désigné par les naturels sous le nom de moukoutai, et que M. Steudel n'a pas déterminé, la plante n'étant pas suffisamment développée. Je ne puis qu'engager les botanistes qui visiteront ces parages à la rechercher.

94. *Asplenium nidus*, L. auketaha. Cette fougère croît sur le tronc des arbres tombés de vétusté, au mont Quetu et dans d'autres parties élevées de l'île. L'*A. divaricatum* qui est indiqué comme croissant au Pérou, se trouve près de la grande cascade, au fond de la vallée de Taioha.

95. L'espèce que les indigènes désignent sous le nom de upokotitikaha a beaucoup de ressemblance avec l'*Aspidium furcatum* ; toutefois elle a un peu le port et l'aspect des *Polystichum*. C'est une espèce à rechercher et à envoyer avec le rhizome (note de M. Mougeot.)

96. Plusieurs espèces de fougères, désignées sous le nom de aumakamaka, servent à tapisser les lits kanacs et à les rendre moins durs.

97. Le vei-uta, *Lycopodium phlegmaria*, L., sert à faire des couronnes très gracieuses. Il croît en grande abondance dans la tribut des Happas, et l'on m'en a rapporté des échantillons de plus d'un mètre de longueur.

Parmi les plantes non déterminées et celles que je n'ai pu recueillir, il faut remarquer :

1° Le noni, arbre de moyenne grandeur, dont le fruit cru a une saveur désagréable quand il n'est pas parfaitement mûr. Les indigènes le font cuire sous les cendres et le mangent pour se guérir des maux de cœur. Il est employé aussi contre la syphilis. C'est le tokana des taïtiens.

2° Le papakoutu, plante dont les kanacs se servent contre la syphilis, en l'écrasant et l'appliquant en compresses.

3° Le komoka, que les femmes kanaques mettent sous la natte sur laquelle elles se couchent, quand elles sont enceintes, afin de conjurer le Dieu Atua, et l'empêcher d'être malfaisant.

Il m'a encore été indiqué comme croissant à Tovii, point central de l'île, deux plantes, la 1re à feuilles très allongées, lisses, d'un vert clair, partant du collet de la racine, semblable à celle d'une asphodélée ou liliacée, et dont la graine, étant mûr, a la forme d'une capsule transparente, remplie d'un liquide d'un bleu d'azur ; l'autre espèce est un arbre assez élevé, à feuilles lisses, vernissées, entières et dont l'écorce est rugueuse. Je n'ai pu me procurer d'autres renseignements sur ces deux espèces que je signale aux botanistes qui exploreront cette localité.

98. Hépatiques. Je n'ai point remarqué que les kanacs fissent quelque différence entre les hépatiques et les genres des familles voisines qui peuvent avoir quelque similitude extérieure.

99. Mousses. Les habitants des Marquises désignent sous

le nom générique de imu diverses espèces de mousses, lichens et algues, et y joignent un autre mot pour indiquer d'une manière plus précise la plante dont ils veulent parler. La plus grande partie de ces végétaux cryptogamiques n'ont pas d'autre nom que celui de imu et cela n'a rien d'étonnant; en France n'appelle-t-on pas mousse toutes les plantes qui, mousses ou lichens, ont quelque ressemblance avec la première de ces familles ? On ne voit pas dans les pays chauds de ces belles pelouses tapissées d'*Hypnum* comme on en rencontre fréquemment dans nos climats. Les lieux humides ne sont pas recouverts par des *Sphagnum* et des *Polytrichum*, l'aridité des rochers n'est pas masquée par les *Grimmia*, *Weissia*, les troncs d'arbres ne font pas végéter les *Orthotrichum*, les *Tortula*, et plusieurs autres genres; on ne rencontre les mousses qu'en petite quantité çà et là, ces humbles végétaux faisant place à des espèces plus brillantes; aux Marquises surtout, les mousses sont peu nombreuses, généralement de petite taille, elles passent pour ainsi dire inaperçues, et les naturels n'en font aucun usage.

100. Lichens. Le savant lichénographe Nylander a reconnu dans les plantes de cette famille qui croissent aux Marquises, quelques espèces nouvelles, *Leptogium lobulatum*, *Cladonia gracilenta* , *Parmelia retirugella*, *Physcia mollescens*, *Pertusaria dermatodes*, *Graphis deplanata*, et un autre *Graphis*, *Lecanactis varians*, *Chiodecton depressulum* , *Verrucaria aurantiaca* , une variété *denudata* du *V. micromma*, Mont. La liste des lichens est loin d'être complète, car je n'ai point rapporté un bon nombre d'espèces saxicoles, à cause de la difficulté et souvent même de l'impossibilité de les enlever du roc. Il y a beaucoup à trouver dans cette famille, et sans aucun doute des espèces nouvelles. Les kanacs ne font aucun usage de ces plantes, qui ne fixent point leur attention.

101. Champignons. Cette famille a été encore moins que la précédente remarquée par les naturels des Marquises, ou peut-être les renseignements que j'ai pu obtenir à ce sujet sont-ils incomplets, car il ne m'a été donné de nom que pour deux espèces, *Excidia ampla*, Lév., qu'ils appellent puaikavéinéhaé, oreilles de revenant, *Sphæria mammæformis*, popoakau. Les échantillons de cette famille que j'ai rapportés, ont été déterminés par le savant Dr Léveillé, qui a reconnu comme nouvelles les espèces suivantes: *Sphæropsis conglobata*, *Sphæria nodulorum*, *Polyporus marchionensis*, *Dothidea exanthematica*, *Polyporus planus*, *P. Normanni*, *P. auricomus*. Les indiens de Noukahiva n'emploient d'aucune façon les champignons, dont pas une espèce n'est comestible.

102. Algues. Les plantes de cette famille ont été soumises à l'illustre J. Agardh, algologue suédois, qui a bien voulu se charger de leur détermination. Il a reconnu plusieurs espèces et un genre nouveaux : *Nemastoma Jardini* et *N. Normandiana*; *Bostrychia glomerata*; trois espèces de *Polysiphonia* non encore étudiées; deux Coralligènes, *Halimeda ovata* et une autre espèce non déterminée; *Espera livida*; *Conferva repens* var.; *Lyngbia variegata* et *contexta*?; *Synedra*, sp. nov.; *Schizonema* sp. nov., et un nouveau genre de Desmidiées. J'ai trouvé les *Nemastoma* mêlés ensemble dans l'anfractuosité des roches qui séparent la baie de Taio-haë de la baie Akani ou Collet. On ne peut y aller qu'en embarcation.

Le *Zonaria collaris*, Ag., a seul reçu des indigènes un nom particulier, sans doute à cause de sa forme remarquable, quoiqu'il soit sans utilité; ils vont recueillir sur les rochers les imu nanie, imu veve, imu kanatoi (mousse salée), imu topua, pour les manger avec la popoi en guise d'assaisonnement.

Dans la nomenclature que j'ai donnée des plantes qui croissent aux Marquises, je n'ai pas parlé de quelques espèces importées, les *Citrus aurantiaca, medica* et *limonium, Vitis vinifera, Vanilla aromatica, Punica granatum, Hibiscus esculentus, Brassica, Napus,* et de quelques plantes d'ornement. Les orangers principalement tendent à se propager dans cet archipel comme dans celui des îles de la Société. Le jardin de l'hôtel du gouvernement en possède un grand nombre de pieds qui donnent un produit abondant, et les habitants de la baie ne manquent pas de venir demander des oranges quand ils sont indisposés. J'ai remarqué que les orangers dont les fruits étaient les plus doux n'avaient pas le lobe de la feuille se prolongeant le long du pédicelle, et que cette décurrence, très prononcée dans les jeunes plants, finissait par disparaître à mesure que l'arbre prenait du développement. (1)

La vigne ne produit que très rarement. Le climat est trop chaud, et la vigueur de la végétation empêche l'ovaire de se développer. Cette chaleur, jointe à l'humidité qui règne dans les vallées, fait qu'on cultiverait facilement la vanille. A Taio-haë, il s'en trouvait un pied fixé au tronc d'un arbre et qui végétait vigoureusement. Je n'en ai point vu la fleur ni le fruit, peut-être était-elle trop jeune.

Il est très difficile, sinon impossible, de recueillir de la graine des végétaux comestibles d'Europe, le radis, le chou. On multiplie cette dernière espèce de bouture, mais les produits sont toujours faibles; le chou consiste simplement en quelques feuilles réunies en tête, sans jamais offrir ces capitules pressés et durs qu'on voit sur nos marchés. On n'a de radis que lorsqu'on reçoit d'Europe des

(1) Il paraît que les orangers et les citronniers ont été apportés à Taïti par Bligh (Voyage de la Coquille 1822, 23, 24, 25).

graines fraîches. Ces cultures exigent des soins continuels d'arrosage et d'abri du soleil, et ne donnent pas toujours pour cela des résultats favorables.

En terminant ces notes, je dois remercier les savants botanistes qui m'ont facilité ce travail par l'étude des espèces soumises à leur examen; MM. R. Lenormand, Schultz bip. et Steudel, pour les phanérogames; Mougeot, pour les fougères; Roussel, pour les hépatiques; Schimper, pour les mousses; J. Agardh, pour les algues; Dr Léveillé et Berkeley, pour les champignons; W. Nylander, pour les Lichens. Je les prie de vouloir bien recevoir l'hommage de ma reconnaissance.

Regrettons avec les amis de la science la mort prématurée de M. Steudel, qui a pu, malgré ses souffrances, déterminer encore les cypéracées et les graminées de ma collection, mais qui n'a pas eu le temps d'en donner la description dans un supplément à son *Synopsis glumacearum*. Je m'estimerai heureux de pouvoir communiquer mes échantillons aux savants qui s'occuperaient de monographies. Il en est quelques uns, parmi les composées et les glumacées, qui n'ont pas été décrits, et de même de quelques espèces cryptogames.



ÉNUMÉRATION GÉNÉRALE

DES

LICHENS.

SUPPLÉMENT,

Par M. le Dr W. NYLANDER.

A peine avions-nous terminé, il y a quelques mois, l'impression de l'*Énumération générale des Lichens*, que M. Tuckerman soumettait à notre examen une collection de Lichens de l'Amérique du Nord contenant un nombre considérable d'espèces rares et nouvelles. Quelques autres *addenda* ont été fournis depuis par d'autres collections, de sorte que le total des espèces connues, en y ajoutant celles omises dans notre *Énumération,* s'élèverait au chiffre de 1361 (au lieu de 1302), celles de l'Europe à 650 (au lieu de 642) et celles de la France à 540 (au lieu de 538). Le plus grand nombre de ces additions est dû aux recherches de M. Tuckerman.

Nous demandons la permission de présenter ici la liste de tous ces Lichens que nous avons eu occasion d'étudier depuis la publication de l'*Énumération,* et de remédier en même temps à quelques omissions que nous avons remarquées dans cet opuscule. Nous ajouterons en appendice les définitions de quelques formes nouvelles pour la France.

Pterygium.

Addendum : *Pt. Petersii* (Tuck. sub Lecid.), in Amer. sept.— Huic genere fortasse quoque subsumenda sit *Racoblenna Tremniaca* Mass. *Mem*. p. 134.

Synalissa.

Addendæ : in sectione *A* : *S. sphærospora* Nyl., in Amer. sept.; in sectione *B* : *S. polycocca* Nyl., in Nova Anglia.

Omphalaria.

Addenda : *O. pyrenoides* Nyl., in Texas.

Collema.

Sectio *A*. *C. decipiens* var. *diffusum* Nyl., in Bavaria et Gallia. — Sectio *D*. *C. cyathodes* disponatur post *C. chalazanum*. — Addantur : *C. lepideum* Nyl., in Afr. occid. trop., et *C. umbellula* (Tuck. sub Omphalaria), in Alabama. — Sectio *F*. Excludendum *C. chloromelum* Ach., quod est *Leptogium*, et addendum *Leptogium albociliatum* Desm., quod est *Collema*. — *Leptogium polyschides* Mnt. adhuc sit hujus generis species, sed sectionis incertæ ob apothecia ignota.

Leptogium.

In dispositione hujus generis varia mutanda et corrigenda, cur eam denuo hic damus, exclusis locis specierum ante allatarum.

Sectio *A*. — 1. *L. Arnoldianum* (Physma Hepp, Arn.), in Bavaria.

Sectio *B*. — 2. *L. humosum* Nyl.; 3. *L. spongiosum* (Sm.); 4. *L. byssinum* (Hoffm.).

Sectio *C*. — 5. *L. fragile* (Tayl.); 6. *L. cretaceum* (Sm.); 7. *L. pusillum* Nyl. (var. *effusum* in Bavaria); 8. *L. subtile* (Sm.); * *L. microphylloides* Nyl., in Gallia; 9. *L. lacerum* Fr. c. varr. *pulvinato* et *lophæo*; * *L. microscopicum* Nyl.; 10. *L. scotinum* Fr.; 11. *L. dactylinum* Tuck., in Nova Anglia; 12. *L. pulchellum* (Ach.); 13. *L. foveolatum* Nyl.; 14. *L. reticulatum* Mnt.; 15. *L. tremelloides* Fr. cum varr. *azureo*, *mariano* et *marginello*; 16. *L. diaphanum* Mnt. (quoque in Amer. tropica); 17. *L. callithamnion* (Tayl.); 18. *L. palmatum* Mnt.; 19. *L. ciliatum* (Bel., olim mihi *L. palmatulum*); 20. *L. saturninum* (Dicks.); 21. *L. Hildenbrandii* Nyl.; 22. *L. Menziesii* Mnt.

Sectio *D*. — 23. *L. chloromelum* (Sw.), huc adducto *L. ruginoso* (Duf.); 24. *L. bullatum* (Ach.); 25. *L. phyllocarpum* (Pers.) cum varr. *isidioso* (Mexico), *cœrulescente* (Taïti, coll. Lép. 19, Guyana), *macrocarpo* (Amer. calida, ex. gr. in Lind. coll. 1092), *dædaleo* (Flot.); 26 *L. sphinctrinum* Nyl. (Steph. javanicus Mnt. ?), in ins. Marianis, Java; 27. *L. adpressum* Nyl., in Mexico; 28. *L. cyanescens* Nyl., in Polynesia; 29. *L. corruga-*

tulum Nyl., in Mexico; 30. *L. inflexum* Nyl.; 31. *L. Burgessii* Mnt. (quoque in ins. Canariis).

Sectio *E*. — 32. *L. Schraderi* Bernh., cum var. *cæspitello* (in Algeria); 33. *L. Apalachense* (Tuck. sub *Coll.*), in Amer. sept.; 34. *L. muscicola* Fr.; 35. *L. dendriscum* Nyl.; 36. *L. intricatulum* Nyl., in Nova Anglia.

Hydrothyria Russel.

1. *H. fontana* Russ., in Nova Anglia.

Phylliscum.

Addatur *Ph. Demangeoni* quoque adesse in Amer. septentrionali.

Sphinctrina.

Addendæ : *Sph. anglica* Nyl. (Cal. microcephalum Sm.), in Anglia et Nova Anglia; var. ejus *fuscescens* Nyl., in Cap. B. Sp. — *Sph. leucopoda* Nyl., in Virginia.

Calicium

Addendum post *C. trichiale* : *C. albidum* (Krb. sub Cyphelio), in Germania. — *C. viride* pro Amer. bor. est delendum, sistitque formam *C. quercini* : * *C. subcinereum* Nyl., in Nova Anglia. — Addatur : 15. *C. subtile* Pers., in Eur., Afr. (C. subtile Tuck. est *C. lenticulare* minus).

Coniocybe et **Trachylia.**

Con. furfuracea et *pallida* quoque in Amer. bor. occurrunt. Similiter ibi adsunt *Trachylia viridula* et *tigillaris*. — *Tr. javanica* sit *Pyrgillus*.

Pyrgillus.

Nov. gen. Calicieorum sporis 3-septatis, apoth. trachylioideis fere, basi latioribus.

1. *P. americanus* Nyl. (Pyrenastrum Pyrgillus Tuck.), in Louisiana. — 2. *P. javanicus* (Mnt. et v. d. B. sub Calicio), in Java.

Cladonia.

Cl. imbricatula dicenda est *Cl. mitrula* Tuck. — *Cl. athelia* varr. *Santensis* et *lepidota* (Tuck.), in Nova Anglia.

Pilophoron.

Pil. polycarpum Tuck., (in ins. Freti Behring.) non differat a *P. robusto* Th. Fr.

Usnea.

Addenda : *U. angulata* Ach., in Amer. calidiore, Madagascar. Australia.

Platysma.

1. *Pl. chrysanthum* Tuck., in Japonia. — 2. *Pl. ciliare* quoque in Peruvia.

Sticta.

St. fuliginosa quoque in ins. Borbonia; *St. obvoluta* (vel Willdenowii) Del. non specie differt.—*St. Kunthii* Hook. nomen anterius quam *cyathicarpa* Del., formam peruvianam designans; fere specie est separanda.— *St. gyalocarpa* Nyl. et var. ejus *hirta*, illa e Nova Grenata, hæc e Mexico, thallo lævi. —*St. xanthosticta* ad *filicinam* est disponenda. — *St. nitida* contra pertinet ad sectionem cyphellis citrinis; *St. cœrulescens* Mnt., e Chili, nimis forte ei affinis. *St. Beauvoisii* et *cinchonæ* Del. identicæ sunt cum *St. quercizante* Ach. (et *xanthosticta* eidem similiter nimis fere vicina). — *St. intricata* Del. subjungenda est sub *St. argyracea* (æque ac *St. Thouarsii* Del.); *St. rigidula* Del. et *flavescens* Del. non differunt ab *argyracea*.— *St. Gaudichaudii* quoque ad Fret. Magellan. (Lechl. pl. magell. 1348). —Ad *St. laciniatam* addendæ varr. *denudata* (Lind. coll. 395), et *Lenormandi* (v. d. Bosch), hæc in Peruvia (Lechl. pl. peruv. 2732), accedens ad *St. cometiam* et *Kunthii*. — *St. tomentosa* var. *dilatata*, in Nova Granata (Lind. coll. 1087, 1236). — *St. Richardi* var. *granulata* (Bab.), in Nova Zelandia. — *St. D'Urvillei* varr. *orygmæoides* (ex gr. in Lechl. pl. mag. 1342) et *flavicans* Hook. (St. Colensoi Bab.), in Tasmania, Nova Zelandia, Fret. Magellan. (Lechl. coll. 1342 *a*), ins. Maclovianis. — *St. carpoloma* adhuc in Nova Zelandia et ins. Borbonia (St. Desfontainii Del.); var. *sclerophylla* Nyl., ad Fret. Magell. (Lechl. coll. 948). — *St. Féei* Del. vix est nisi var. *St. endochrysæ*. — Addenda : *St. rubella* Hook. et Tayl., e Tasmania, affinis *St. crocatæ*.

Genus Sticta optime (ex melioreque methodo quam in Enum. p. 101-103) disponatur in subdivisionibus sequentibus:

A. — Cyphellæ typice nullæ, frons subtus gibberosus (Stirps *Strictæ pulmonaceæ*).

B. —Cyphellæ urceolatæ (Stirpes *Stictæ fuliginosæ* et *damæcornis*).

C. — Cyphellæ pulverulentæ, sorediiformes. — *a*. Cyphellæ niveo-pulverulentæ (speciebus : Sticta argyracea, intricata, Dozyana, Freycinetii, fragillima [hæc etiam in Java, coll. Zoll. 1799 a, et in Peruvia], punctulata, faveolata); *b*. Cyphellæ citrino-pulverulentæ (speciebus : Sticta obvoluta, nitida, coerulescens, crocata, gilva, carpoloma, orygmæa, endochrysa, D'Urvillei, aurata, Mougeotiana, rubella).

Ricasolia.

Huic generi addenda est *R. dichroa* Nyl. in Mus. Par., e Madagascar et Ins. Borbonia. — *R. pallida* (Hook.) scribatur pro R. Kunthii, locusque ei dandus est prope *crenulatam*, a qua parum differt.— Sticta Schæreri Mnt. et v. d. B. est alia species addenda, *R. Schæreri*, vix nisi in Java adhuc observata, maxime affinis R. discolori.

Parmelia.

P. sulphurata N. ab Es. et Flot., in Louisiana. — *P. atricapilla* Tayl. etiam in Mexico.— Omissa : *P. encausta* Ach.

Physcia.

Ph. euploca Tuck., in Texas. — *Ph. plumosa* etiam in Amer. sept. australiore. — *Ph. stellaris* var. *obsessa* (Mnt.), in Amer. calida.

Pannaria.

P. lurida quoque adest in Nova Anglia (est Parm. Russellii Tuck. Syn. p. 35).— Addenda : *P. leucosticta* Tuck., in Amer. sept. vulgaris.

Erioderma.

E. unguigerum (Peltidea glaucescens Tayl.), in ins. S. Helenæ. — *E. polycarpum*, etiam in Cuba.

Placodium.

Pl. eugyrum Tuck., in Texas.

Lecanora.

L. diphasia Tuck., in Texas. — Addenda ad *L. cineream* var. *obscurata* (Fr. *L. S.* 343), in Suecia, Gallia. — *L. macrophthalma* (Tayl. sub Urceol.), in Terra Kerguelen. — *L. phæophthalma* Nyl. in hb. Lenorm., in Taïti, affin. præcedenti.— *L. cinereovirens* Eschw., in Amer. mer. tropica.— *L. Ascociscana* Tuck., in Nova Anglia, forte var. *sophodis*.

Urceolaria.

U. actinostoma quoque in Nova Anglia.

Pertusaria.

P. pilulifera var. *punctella* Nyl., in Nova Anglia. — *P. pustulata* var *schizostoma* Nyl., ibid. — *P. rhexostoma* Nyl., in Amer. sept. — *P. leioplaca* var. *marginata* Nyl., in Carolina.

Thelotrema.

Th. granulosum Tuck., in Louisiana. — *Th. diplotrema* Nyl., in ins. Borbonia. — *Th. compunctum* var. *glaucescens* Nyl., in Louisiana. — *Th. leucocarpum* Nyl., in Venezuela.

Lecidea.

L. subepulotica Nyl., in Nova Anglia. — *L. hyalina* Hepp, in Bavaria. — *L. sublurida* Nyl. in hb. Carroll, in Hibernia. — *L. glaucolepidea* Nyl., in Hibernia.— *L. Halei* (Tuck. sub Pannaria), in Louisiana. — *L. Elizæ* Tuck., in Amer. sept. — *L. cinerascens* Nyl., in Amer. mer. trop. (Lepr. Guyan. 212). — *L. leucoblephara* Nyl., in Carolina. — *L. crystallifera* Tayl., in Nova Hollandia. — *L. rimicola* et *atro-pallens* Nyl., in Pyrenæis. — *L. leptospora* Nyl., in Vogesis. — *L. fuliginata* Nyl., ad Parisios. — *L. turgescens* Nyl., in Nova Anglia. — *L. rhexoblephara* Nyl., in ins. Fret. Behring. — *L. recedens* Nyl., in Carolina. — *L. orygmæa* (Del. sub Endocarpo), parasita in *St. D'Urvillei*, ad Fret. Magellan.— *L. cladoniaria* Nyl., in Gallia occid. — Omissa *L. 3-septata* Hepp, in Java.

Graphis.

Gr. erumpens Nyl., in Carolina.— *Gr. leprocarpa* Nyl., in Louisiana.

Leucographa, nov. gen.

L. astræa (Tuck. sub Graphide), in Carolina.

Opegrapha.

O. myriocarpa Tuck., in Nova Anglia.

Arthonia.

A. pyrrhula Nyl., in Carolina.— *A. glaucescens* Nyl., ibid.— *A. cinereo-pruinosa* et *ramosula* etiam in Am. sept.— *A. stictoides*, in Corsica, ad caules Achilleæ ligusticæ (ex hb. Lév.). — *A. diffusa* Nyl., in Nova Anglia. — *A. lecideella* Nyl., ibid.

Schizographa.

Sch. attenuata etiam ad Myrtos in Corsica (ex. hb. Lév.).

Endocarpon.

E. Manitense Tuck., in Amer. sept.

Verrucaria.

V. diffractella Nyl., in Nova Anglia. — *V. hyalospora* Nyl., in Nova Anglia. — *V. subprostans* Nyl., in Carolina. — *V. Taylori* Carr., in Hibernia. — Omissæ : *V. mucosa* Ach., in Scandinavia et ad Cherbourg (vide Nyl. Expos. Pyrenoc. p. 28). — *V. cæsia* Nyl., in Gallia et Bavaria.

Sarcopyrenia.

S. gibba (olim sub Verrucaria, Enum. p. 137, vide Nyl. Expos. Pyrenoc. p. 56).

APPENDICE II.

Collema decipiens var. diffusum. — Thallus niger opacus effusus, quasi areolato-diffractus areolis rugosis, contiguis vel disjunctis (faciei prope « *Collematis nigri* » Ach.); apothecia fuscorufa vel fere nigricantia innata, latit. circa 0,5 millim.; sporæ ellipsoideæ simplices, longit. 0,012-14, crassit. 0,008-0,010 millim. Gelatina hymenea iodo cœrulescens, protoplasma thecarum vinose rubens. — Ad saxa calcarea prope Moret (ipse); in Franconia (Arnold). Thallus nulla offert elementa filamentosa; granulum gonidiale singulum vel sæpius 2-4 in quovis globulo gelatinæ thalli.

Leptogium microphylloides. — Thallus sordide cinereo-virescens tenuissimus, granulosus, granulis minutis subglobosis contiguis vel sæpe discretis; apothecia parva pallide testacea, epithecio concaviusculo, margine supra concolore; sporæ ellipsoideæ 5-septatæ et adhuc longitudinaliter divisæ vel murali-divisæ, longit. 0,021-22, crassit. 0,010-0,0105 millim. — Ad lignum salicis putrescens ad Nevers (ex hb. Lév.). Facie est quodammodo *Collematis microphylli* macrioris.

Lecidea atro-pallens. — Thallus pallide cervinus rhagadiose rimosus vel areolato-diffractus, sæpius opacus, areolis contiguis modo rimis nigricantibus separatis, passim tenuissime albo-suffusis, ambitu fere effiguratus; apothecia atra opaca inter areolas innata, vix prominentia, plana, marginata, sæpe angulosa (pressione mutua), intus medio cinerascentia; sporæ incolores ellipsoideæ simplices, longit. 0,009, crassit. 0,005 millim. — Insignis et forte specie ab *atro-brunnea* distinguenda. — (De *L. rimicola* vide Nyl. *Prodr.* p. 134).

Lecidea leptospora Nyl. in hb. Moug. — Thallus macula alba vel albicante indeterminata indicatus (gonidiis hypoxyleis passim distinctis); apothecia nigra vel fusco-nigra, opaca, fere mediocria (latit. circa 0,6 millim.), demum prominula, planiuscula, tenuiter marginata, intus concolora, solum hymenio sectione cinerascente; sporæ 16-32 vel plures in thecis, incolores, simplices, oblongo-cylindraceæ, longit. 0,006-8, crassit. 0,002 millim., paraphyses crassæ at non discretæ, hypothecium crasse fusco-nigrum. Gelatina hymenea iodo cœrulescens. — Ad lignum abietinum in Vogesis (Dr Mougeot), facile dignota sporis tenellis subbacillaribus et solito pluribus in theca singula. Variat macula thallina virescente, epithecio pallescente (var. virescens).

Lecidea fuliginata Nyl. in Mus. Paris. — Similis *Lecideæ stigmateæ*, sed thallo tenui opaco nigro, minute granuloso-areolato, fere furfuraceo, effuso; apothecia nigra vel fusconigra rugulosa, intus alba; sporæ longit. 0,015-20, crassit. 0,006-0,0075 millim., paraphyses mediocres articulatæ, apice crasse fusco-clavatæ.

Lecidea cladoniaria Nyl. in hb. Thur. — Apothecia nigra minuta, (latit. 0,15—0,20 millim.), opaca parum prominula, rugosula, intus obscura vel concolora; sporæ 8næ incolores (anne aliquando normaliter fuscæ?) oblongæ, longit. 0,010, crassit. 0,0035 millim., paraphyses mediocres, hypothecium etiam infra tenuiuscule nigricans. Gelatina hymenea iodo cœrulescens, dein sordide tincta. — Supra *Cladoniam uncialem*, quam deformat et verrucose rugosam reddit (inde var. *abortiva* dicta a divo Delise), lecta ad Mortain. Apothecia satis crebra.



ANALYSE

DES TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ.

(Année 1857.)

Séance du 12 janvier 1857.

Chimie organique. — *Analyse d'un sédiment d'urine.* M. Besnou entretient la Société d'une recherche qu'il a eu occasion de faire sur un sédiment d'urine qui lui a été remis comme provenant d'un malade atteint de diabète ou d'albuminurie ; ce sédiment était grenu, rugueux au toucher, d'une couleur jaune chamois. Essayé au chalumeau, il éprouva facilement la fusion, et, en brûlant, il répandait l'odeur spéciale de l'acide urique. Le résidu terreux par la fusion ignée, donnait, en se refroidissant, la perle blanc mat que fournit le plus habituellement le phosphate ammoniaco-magnésien; cependant ce résidu, repris par l'eau distillée, communiqua à ce liquide une alcalinité prononcée. Était-elle due à la présence d'un urate soluble? L'analyse par la voie humide lui a donné des résultats d'où l'auteur a déduit la composition suivante en nombre ronds : acide urique, 94; albumine mêlée de mucus, 2; phosphate de soude, en notable proportion; chlorure de sodium, traces; phosphate ammoniaco-magnésien, 4. L'absence des sels de chaux et des sulfates, et la petite

proportion de chloruré est assez remarquable, tandis que le phosphate de soude y était en quantité fort notable. S'y trouvait-il à l'état de phosphate double ou triple avec son congénère le phosphate ammoniaco-magnésien? C'est ce que les quelques centigrammes que l'auteur possédait, ne lui ont pas permis de songer à examiner.

Mécanique appliquée. — *Navigation sous-marine.* — M. le docteur Payerne lit un mémoire qui indique les préoccupations et la faveur dont les pyroscaphes sous-marins sont actuellement l'objet en Angleterre, en Espagne, en Autriche, en Russie, partout, en un mot, excepté en France. Il indique d'une manière circonstanciée la provenance des plans, d'après lesquels on a construit le bateau sous-marin qui a été vu par les expéditionnaires de la campagne dans la Baltique. Il explique pourquoi le bateau était inapte à la guerre sous-marine. Le moyen de produire la vapeur à l'aide d'un foyer sans courant d'air, précédemment inconnu aux Russes, vient de leur être révélé. En parlant des services que rend le bateau plongeur, M. Payerne annonce la construction prochaine d'un nouvel appareil, qu'il nomme cloche hydraulique, et dont l'emploi plus général, améliorera la condition des travaux auxquels on l'appliquera. L'auteur démontre notamment qu'à l'aide de cette cloche la fermeture d'un port par des jetées élargies en quais d'embarquement ne coûterait, dans le cas déterminé, que 0,60 du prix de revient du même ouvrage obtenu par les procédés usuels ; que la fermeture serait construite avec plus de régularité, plus de solidité, et qu'elle exposerait à moins d'accidents. (Voir p. 70).

Géologie. — M. Bonnissent présente un travail intitulé: *Notes sur le gisement de quelques roches du département de la Manche ;* ce travail est inséré dans le 4[e] vol. des mémoires de la Société, p. 281.

Séance du 9 février 1857.

CHIMIE APPLIQUÉE — *Analyse des cuivres employés au doublage des navires.* — M. Besnou présente à la Société quelques observations à l'occasion d'une analyse qu'il a faite récemment d'un cuivre rouge provenant d'un des bâtiments de l'escadre russe sous les ordres de l'amiral Behrens. Il rappelle que, depuis nombre d'années, il a été appelé très souvent à examiner l'état de pureté des cuivres destinés au doublage des navires. Presque constamment, ces cuivres ne contenaient que de très faibles quantités de métaux étrangers, étain, plomb, zinc, fer, et surtout un peu d'arsenic, mais toujours dans des proportions minimes, et n'atteignant que rarement 1 0/0. Parmi ces cuivres, les uns résistaient plusieurs années à l'action corrosive de l'eau de la mer; les autres, au contraire, au bout d'un à deux ans, étaient profondément endommagés; et chose remarquable, c'est qu'au lieu d'être superficielle et régulière, cette corrosion est souvent partielle et profonde, de sorte que la feuille est criblée de trous plus ou moins nombreux et petits, qui bientôt s'élargissent, tandis que certaines parties semblent relativement épargnées. L'examen qu'il vient de faire d'un cuivre provenant du doublage d'un des navires russes, lui a permis de constater la pureté presque absolue de ce métal. C'est avec peine qu'il est parvenu à obtenir des taches très minces et très petites, simulant l'arsenic, avec une liqueur provenant de 20 grammes de cuivre. Il n'y avait pas non plus de traces bien sensibles d'étain, de zinc, de plomb et de fer. Ce cuivre était d'une belle couleur rouge un peu orange, grenu à la surface, très flexible, non élastique, lorsqu'on le ployait modérément; il était, conséquemment, difficile à rompre. Il paraît que ce cuivre était appliqué depuis 4 ans, et qu'il

n'avait pas éprouvé une altération bien profonde. Il s'était usé régulièrement sur toute la surface et n'était point criblé de trous. Le cuivre français, qui a été soumis à un examen comparatif, ne contenait également qu'une faible quantité de métaux étrangers, quelques millièmes au plus d'étain ou de zinc; il donnait cependant avec netteté des taches arsenicales parfaitement caractérisées. Au lieu d'avoir l'aspect grenu de celui de Russie, sa surface était lisse; il résistait bien davantage à la flexion; il jouissait d'une élasticité assez notable et de plus de dureté, de raideur, ainsi que cela a lieu lorsque le métal à été écroui ou battu. L'on serait donc tenté d'admettre de prime abord que c'est à la présence des métaux étrangers qu'on devrait rapporter cette énorme différence dans l'état physique de ces cuivres.

Si l'arsenic, l'étain, le zinc, le plomb, etc., sont susceptibles de communiquer la dureté au cuivre, de nuire à son passage au laminoir ou à la filière, ce ne saurait être à des doses aussi minimes, à moins de vouloir obtenir des fils ou des feuilles extrêmement minces, mais non pas des feuilles à doublage; car alors les bronzes, les laitons, le chrysocale, le maillechort, et autres alliages analogues, dans lesquels ces métaux entrent en proportions souvent élevées, ne devraient plus être susceptibles des opérations de laminage ou tréfilerie; l'expérience apprend le contraire. On fabrique en effet des bronzes qui sont également destinés au doublage des navires: ces bronzes résistent parfois 7, 8 et même 10 ans, et la même altération se produit sur certains bronzes, ainsi que l'a constaté l'un de nos correspondants, M. Bobière, de Nantes, dans la brochure qu'il a publiée en 1853. Ce savant admet que cette altération est due à une inégale répartition de l'étain dans les bronzes, surtout quand la dose est trop faible; tandis que si la proportion d'étain est de 4

à 5 p. 0/0, il se forme un alliage de composition identique dans toutes ses parties, en relations presque atomiques sans doute, dont la durée semblerait devoir être constamment le plus prolongée, et atteindre 7, 8 et 10 ans. Il admet, en outre, que la présence du zinc est susceptible d'améliorer les bronzes à doublage, en favorisant la répartition de l'élément positif (l'étain) dans la masse métallique. Cette opinion, qui est basée sur de nombreuses analyses faites avec tout le soin et le talent possibles, n'est point complètement partagée par M. Besnou. Il ne croit pas devoir admettre que ce soit à une inégale répartition des quelques millièmes de métaux étrangers, que soit due la destruction rapide de certains cuivres. Selon lui, la présence de ces métaux est susceptible d'influer sur la durée, mais non pas d'une manière absolument directe. Dans le cas dont il s'agit, on est tenté de se demander si la conservation du doublage russe ne provient pas de ce que pendant la guerre, le bâtiment a séjourné dans la Baltique, dont la salure est bien moins considérable. Certes, cela a pu exercer une notable influence ; mais cela ne peut expliquer les différences énormes observées sur certaines parties du doublage d'un même navire. Si c'était dû à une différence dans le degré de salure de l'eau de mer, l'usure pourrait être plus ou moins prompte; mais alors l'altération serait régulière dans sa marche; tandis que, le plus souvent, on voit que l'oxydation n'est pas régulière, que l'épaisseur ne diminue pas proportionnellement et uniformément, comme cela aurait lieu si l'on avait affaire à une dissolution purement chimique; ce qui serait, à son sens, une circonstance des plus favorables. M. Besnou pense que l'influence des métaux étrangers, d'un peu d'oxydule de cuivre, d'un peu de soufre parfois, peut être réelle en ce que leur présence, surtout celle de l'arsenic, rend le cuivre plus aigre, plus dur, et qu'alors le

laminage exige plus de force, plus de difficulté, plus de pression, ce qui peut déranger l'état moléculaire, l'enchevêtrement, à bien dire, des fibres métalliques, le rendre moins parfait ; et alors ces métaux agiraient à la façon des quelques millièmes de charbon, de soufre, de phosphore, dans les aciers, le fer et la fonte. Il faudrait alors employer dans un temps donné, une plus grande force pour arriver au même degré d'épaisseur ; c'est ce qui peut bien avoir lieu, aujourd'hui que l'industrie cherche à fabriquer vite, économiquement, plutôt que toujours soutenir une concurrence d'émulation pour bien faire. Dans ce cas, il y a des boursouflures, des paillettes et autres vices de fabrication, que le poli de la surface empêche de bien apercevoir. Le cuivre russe, au contraire, présente un laminage qui semble moins parfait à la vue. Il n'est pas lisse, ne semble pas écroui ; il annonce un laminage exécuté moins promptement et opéré à l'aide de recuits nombreux, ce qui le rend plus doux, plus flexible, et conséquemment il doit offrir moins des défauts qu'il a signalés, que tendrait à rendre bien plus nombreux le laminage fait à froid et sans recuits. D'après M. Besnou, le mode de fabrication actuellement suivi serait donc une des principales causes de l'infériorité des cuivres à doublage français. Sans oser se prononcer sur l'influence que peut exercer le zinc, au lieu de l'étain, dans la fabrication des alliages pour doublage, et s'appuyant sur les observations journalières que l'on peut faire sur le peu d'oxydabilité du cuivre jaune ou laiton, comparativement à celle du cuivre rouge, M. Besnou pense qu'il y aurait à espérer autant de durée avec des doublages en planches de laiton, qu'avec le cuivre rouge ou le bronze : et cette substitution procurerait une grande économie à la marine de l'État et du commerce. Aussi serait-il à désirer que des expériences, suivies sérieusement, fussent faites à cet égard par des personnes

intéressées, mais après s'être assurées de la nature de l'alliage, de la proportion des éléments constitutifs et de sa bonne fabrication.

Physique. — *Force portante et aspirante des électro-aimants.* —M. Th. du Moncel adresse à la Société une série d'expériences sur l'action dynamique des électro-aimants, expériences qui conduisent l'auteur aux conclusions suivantes : Quand on veut obtenir d'un électro-aimant une attraction à grande distance, il faut multiplier les éléments de la pile et le nombre des spires de l'hélice magnétisante. Cette conséquence prouve une chose dont personne jusqu'ici n'avait tenu compte: c'est que si les considérations de force des électro-aimants, que M. du Moncel a longuement discutées dans son exposé des applications de l'électricité, engagent à enrouler peu de fil sur chaque fer d'électro-aimant et à le répartir sur plusieurs électro-aimants, on perd à cette disposition, sous le rapport de la force aspirante à distance. C'est donc une nouvelle considération qui doit entrer en ligne de compte dans la détermination de la longueur et de la grosseur du fil à enrouler sur les électro-aimants. Quant à la cause des phénomènes curieux que présentent les forces aspirantes et portantes des aimants, M. du Moncel rappelle l'explication qu'en a récemment donnée M. L.-L. Fleury, explication uniquement basée sur la distribution du magnétisme dans les aimants.

M. du Moncel adresse également à la Société la description de nouveaux perfectionnements qu'il a apportés à son mesureur électrique à distance.

Séance du 9 mars 1857.

Ornithologie. — M. le Dr Payerne donne lecture d'une *Note pour servir à la Nosographie des Pigeons.* —« Si l'on ju-

geait, dit l'auteur, des maladies des pigeons par ce qu'en dit Buffon, et après lui un auteur modeste, M. Bois, dont les observations portent le cachet de la bonne foi, on envierait le sort de ces oiseaux, qui auraient le privilége de n'être sujets qu'à un nombre très limité d'accidents pathologiques, dont voici la nomenclature : *la mue, la fausse mue, la diarrhée, le polype, l'avalure, la goutte, l'apoplexie, le râle, l'indigestion, l'épilepsie, le chancre, la petite vérole, l'asthme et les vers.* Mais d'une part, ces affections que M. Bois paraît considérer comme primitives dans l'espèce, ne sont pour la plupart que des symptômes d'autres maladies dont il n'indique pas l'existence; et d'autre part, la liste qu'on vient de lire est loin de remplir le cadre nosologique des êtres dont il est ici question. Mes observations sur cette matière ne datent que de 1852. Elles se bornent à dix couples et à leur filiation. Elles ont été vérifiées par l'autopsie lorsqu'il s'est agi de maladies organiques. Si limité que soit ce champ d'études, il a suffi pour me convaincre que le pigeon est sujet à l'encéphalite, à la gastrite, à l'entérite, aux affections du poumon, du foie, à l'ascite, aux rhumatismes, aux scrofules, à la paralysie et aux suites de ces divers cas pathologiques, notamment aux aberrations d'instinct, dont je citerai un exemple à la fin de cette notice. Quoique le pigeon adulte ne soit pas à l'abri des affections que je viens d'énumérer, il est loin de payer un tribut aussi large que les élèves de un à trente jours. C'est surtout de la fin du premier septenaire au commencement du quatrième, que les pigeonneaux contractent, surtout en hiver, les maladies qui leur sont si souvent funestes. Ces accidents s'expliquent quand on sait que, dès la fin du premier septenaire, les parents abandonnent le nid à intervalles de plus en plus répétés et de plus en plus longs, pour s'occuper des soins à donner à une nouvelle progéniture. Dans

les heures d'abandon, les petits sont saisis par le froid et contractent des rhumatismes, des bronchites, et plus souvent qu'on ne le supposerait, des hépatites. La paralysie et l'épilepsie succèdent assez souvent à l'encéphalite causée elle-même par la gastro-entérite. Comme je n'ai pas l'intention de faire ici un traité médical, mais seulement d'appeler la sagacité des ornithologistes sur un point jusqu'ici trop négligé, je n'entrerai dans aucuns détails descriptifs, et me bornerai au simple énoncé qui précède. — Toutefois, en raison de sa singularité, je citerai un fait pathologique, dont la cause primordiale fut une hépatite bénigne, et la cause secondaire une réaction de l'hépatite sur l'encéphale. J'ai rendu témoins de ce fait quelques amateurs de pigeons, qui, tous, m'ont assuré n'avoir jamais observé de cas analogue dans leur volière. Il s'agit d'un sujet mâle qui m'avait été donné tout jeune et bien portant, et qui, dès l'âge de deux mois et demi, commença à subir les atteintes de l'affection mentale dont je vais tracer les symptômes les plus saillants. Ce jeune pigeon s'imaginait, je le suppose, qu'une femelle lui présentait son bec pour le solliciter à d'affectueuses caresses. Ce qui me porte à admettre cette supposition, c'est qu'il paraissait chercher le bec de la compagne supposée qu'il croyait près de lui, et comme il ne saisissait rien de matériel, à chaque tentative il faisait un pas en avant, jusqu'à ce qu'il fût arrêté dans sa marche par quelque obstace, qui ne mettait pas toujours fin à ses hallucinations. J'espérais que cette singulière maladie céderait à la possession d'une compagne réelle, que les circonstances ne m'ont permis de lui donner que lorsqu'il eut atteint l'âge de cinq mois. Cet espoir ne s'est pas réalisé. Tandis qu'il se trouvait en proie aux effets de son imagination, s'il arrivait que sa compagne effective vint le solliciter à son tour, il ne l'apercevait même pas, et il passait insensible devant la réa-

lité, pour poursuivre une ombre toujours insaisissable. Enfin, il est mort victime d'une dernière hallucination, durant laquelle il a succombé sous la griffe d'un chat, dont il ne s'était pas méfié.»

GÉOGRAPHIE. — M. de Lapparent, chargé à la dernière séance d'examiner un travail relatif à l'existence *probable* d'un nouveau passage praticable, au moins pendant une partie de l'année, au Nord de l'Amérique, présenté par M. Georgette du Buisson, lieutenant de vaisseau, fait son rapport sur ce mémoire intéressant. Dans ce rapport, M. de Lapparent discute les raisons invoquées par l'auteur en faveur de l'existence de ce passage, et la marche à suivre pour le découvrir, marche entièrement opposée à celles qu'ont suivies jusqu'ici les explorateurs des régions arctiques. M. de Lapparent termine son rapport en proposant à la Société d'admettre M. Georgette du Buisson au nombre de ses membres titulaires. Ses conclusions sont adoptées.

ENTOMOLOGIE. — M. le Dr. Guiffard fait un rapport sur une notice, présentée à la séance du 9 février dernier, par M. Eyriès, officier d'infanterie de marine. Cette notice concerne l'histoire naturelle du *Morpho idomeneus*, l'un des plus intéressants lépidoptères de la Guyane. M. Guiffard propose à la Société d'admettre au nombre de ses membres titulaires l'auteur de ce travail, aussi remarquable au point de vue scientifique qu'attrayant sous le rapport littéraire.

PHYSIQUE DU GLOBE. — M. Liais adresse à la Société la description d'un *appareil destiné à puiser de l'eau de mer à une profondeur connue, pour en étudier la salure et la densité.* (Ce mémoire est inséré dans le 4e volume des Mémoires de la Société, p. 289).

Séance du 13 avril 1857.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Analyse d'un guano.*— Au moment où plusieurs journaux du département de la Manche annoncent la vente de guanos garantis de première qualité, M. Besnou rappelle qu'il en examina, pour la première fois il y a plus de vingt ans, une sorte qui avait été adressée par le gouvernement comme provenant du Pérou. Elle contenait, au plus 2 à 3 0/0 de sable, 29 à 30 0/0 de phosphate de chaux, 4 à 5 0/0 de sels solubles à l'eau à bases de potasse, de soude, d'ammoniaque (chlorures et sulfates), et 54 à 55 0/0 de matière organique, riche en acide urique; le reste en humidité. Ce guano donna à l'analyse ultime plus de 18 0/0 d'azote. Depuis cette époque, M. Besnou a eu l'occasion de répéter cet essai sur un autre guano qu'on lui remit également comme provenant du Pérou. L'analyse, en effet, donna des nombres assez concordants avec ceux qui précèdent. — Tout récemment, un de ses amis l'a prié d'examiner un échantillon qu'il avait reçu comme guano du Pérou très pur et de première qualité. L'analyse, qui diffère très notablement des deux qui précèdent, lui a donné pour résultat approximatif ;

Humidité,	6,25
Résidu siliceux (sable),	17,20
Sels solubles à l'eau,	3,55
Matière organique,	35,00
Phosphate de chaux mêlé de carbonate,	38,00
	100,00

L'analyse ultime n'a pas donné 10 0/0 d'azote.

Evidemment, ce guano, si on le compare aux deux premiers, ne saurait être considéré, sinon comme ayant une même origine, du moins comme ayant une même valeur

agricole. Il ne représente, en effet, que 60 à 65 p. 0/0 de la richesse des premiers. Il devient donc important pour l'acheteur de connaître la valeur réelle du guano qu'on lui livre, et pour le vendeur d'en faire connaître la composition exacte, afin d'éviter aux deux intéressés des débats qui conduisent en définitive à une perte réelle, même pour le gagnant.

Chimie appliquée. — *Analyse du minerai de fer de Hainneville.* — M. Besnou fait part à la Société de l'examen qu'il a fait, il y a environ un an, d'un minerai de ferrolignite trouvé à Hainneville, près la Lande-Misère. Ce minerai, peu hydraté, lui semblerait être une sorte d'hématite schisteuse, dont l'oxyde ferrique serait intimement combiné aux éléments silico-argileux du schiste vert au milieu duquel il est enclavé. Les acides les plus énergiques, notamment l'acide chlorhydrique, qui dissout la limonite de Sauxmesnil avec beaucoup de promptitude, et attaque assez vigoureusement le fer oxydé magnétique de Diélette, n'agit qu'avec difficulté sur le minerai de Hainneville. Cette résistance à la décomposition justifie l'opinion de l'auteur et la classification qu'il semble en faire dans les schistes très ferrifères. Ce minerai est complétement exempt de soufre, de phosphore et d'arsenic; il devrait donc donner un fer d'excellente qualité, mais la combinaison intime qu'il signale lui semble devoir en rendre l'exploitation industrielle difficile et peu profitable, surtout si l'on réfléchit qu'il ne saurait faire concurrence en ce moment aux minerais de Diélette, de Sauxmesnil, de la Pierre-Buttée, qui sont très riches en fer, très faciles à réduire, et sont également exempts d'éléments phosphorés, sulfurés et arseniqués.

L'analyse lui a donné, pour les minerais de Sauxmesnil, de 70 à 98 0/0 d'oxyde de fer, et 30 seulement 0/0 de résidu insoluble aux acides. Le minerai de Diélette contient

de 80 à 85 0/0 d'oxyde de fer magnétique, et de 25 à 20 0/0 de résidu sableux. L'échantillon de Hainneville, sur lequel M. Besnou a opéré, était choisi et devait être classé parmi les plus riches en fer; il lui a donné les résultats qui suivent :

Oxyde ferrique,	64,75
Résidu siliceux insoluble,	29,90
Alumine.	1,95
Eau de combinaison,	3,05
Perte.	0,35
	100,00

Physiologie végétale. — M. Thuret lit à la Société un mémoire contenant l'exposé de ses recherches sur la formation de la membrane qui recouvre les spores des fucacées. (Impr. dans ce volume, p. 5.)

Séance du 19 mai 1857.

Botanique. — M. Bertrand Lachênée signale à Cherbourg l'*Anagallis carnea* Schrank, dans les champs du littoral; le *Lamium amplexicaule* L., dans le chantier Chantereyne; le *Trifolium maritimum* Huds., sur les glacis du port militaire, entre les fossés et la mer. Il a trouvé aussi dans les environs de l'hôpital de la marine, la var. *decipiens* Koch du *Lamium purpureum* L.

Météorologie. — M. Liais adresse à la Société la description d'un bolide observé le 12 décembre 1851 à Cherbourg et à Paris, suivie d'observations sur la détermination de la trajectoire des bolides. (Ce travail est inséré dans le 4e volume des mémoires de la Société, p. 304.)

Physique appliquée. — M. Th. du Moncel donne quelques indications sur un nouveau système pour accroître la force aspirante des électro-aimants dans les appareils télé-

graphiques et autres appliquées dans le but d'obtenir des réactions électro-mécaniques. Ce système consiste dans l'addition d'un aimant persistant agissant sur l'armature des électro-aimants dans un sens qui ne contrarie pas l'attraction de ceux-ci. (L'explication de ce système a été publiée dans le journal *La Science.)*

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Cal des chaudières à vapeur.* — L'an dernier, M. Verjus, mécanicien au port, annonça à la Société les heureux effets que produisait l'emploi du sel de soude (sel des savonniers) pour empêcher la formation du *cal* dans les chaudières à vapeur alimentées par l'eau douce. Ce procédé a été on ne peut plus satisfaisant. Depuis une année d'usage continuel, les chaudières ont été exemptes de dépôt et dans un très grand état de propreté. Ces résultats importants sont relatés dans une lettre de M. Verjus adressée à la Société. Après la lecture de cette lettre, M. Besnou annonce à la Société qu'il a reconnu, par expérience directe, que l'ébullition du cal des chaudières à vapeur avec une dissolution de sel de soude, amène la dissolution de ce cal; et, *à fortiori*, le sel de soude doit empêcher la formation du cal dans les chaudières, ce que l'expérience vérifie.

Séance du 8 juin 1857.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Cal des chaudières à vapeur.* — M. Kuhlmann, de Lille, adresse à la Société une lettre dans laquelle il réclame la priorité de l'emploi des carbonates alcalins pour éviter l'incrustation des chaudières à vapeur. M. Besnou appelle l'attention toute spéciale de la Société sur cette réclamation, et fait observer qu'il ignorait complément ces travaux de M. Kuhlmann, lorsqu'il a indiqué le carbonate de soude comme pouvant empêcher les dépôts terreux et salins dans les chaudières à vapeur; mais il fait

remarquer que l'explication que donne l'illustre chimiste de Lille est bien différente de celle qu'il a développée devant la Société. Il saisit cette circonstance pour informer la Société qu'il a eu occasion de vérifier l'action avantageuse que produit le carbonate sodique en agissant sur le cal lui-même. L'ébullition de ce cal avec le sel alcalin donne lieu à sa désagrégation, à la formation d'un savon soluble et à la précipitation d'un dépôt pulvérulent, très divisé et sans cohésion.

Géologie. — M. Bonnissent adresse la première partie d'un Mémoire ayant pour titre : *Essai géologique sur le département de la Manche.*

Topographie botanique. — MM. Besnou et Bertrand Lachênée présentent à la Société le *Gaudinia fragilis* P. de Beauv., qu'ils ont trouvé parfaitement spontané à Cherbourg, dans la plaine du port militaire. MM. Jardin et Bertrand Lachênée ont recueilli l'*Orobanche rapum* Thuill., à Virandeville, dans le vallon de la Beslière ; cette espèce y croît sur les racines de l'*Ulex europæus* L. Ils ont aussi observé dans les lieux incultes de Chantereyne une plante qui n'avait pas encore été trouvée à Cherbourg, et qui n'avait encore été vue que dans le sud-ouest de son arrondissement : le *Centaurea calcitrapa* L.

Pharmacie chimique. — *Préparation de la dextrine.* — M. Besnou fait savoir à la Société que plusieurs médecins se plaignent souvent de la mauvaise qualité de certaines dextrines du commerce destinées aux usages chirurgicaux. Il indique le moyen de préparer avec économie, dans toutes les pharmacies, ce produit si utile dans les graves accidents qui réclament son emploi. Il fait ressortir l'inconvénient de demander à la droguerie cet agent, appelé à rendre des services signalés quand il est de bonne qualité, tandis qu'il devient inutile et qu'il peut présenter même de graves in-

convénients quand la viscosité et la solubilité laissent à désirer. Pour l'obtenir, il suffit d'humecter aussi légèrement que possible de la fécule de pommes de terre avec de l'eau acidulée avec un à deux millièmes d'acide azotique, de manière à pouvoir en former des boules de la grosseur d'un œuf. (Il n'est pas indifférent de substituer l'amidon de froment ou des autres céréales à la fécule de pomme de terre.) On laisse sécher à l'air ou à l'étuve ces boules jusqu'à ce qu'elles soient réduites spontanément en poussière. Cette fécule nitrique est ensuite desséchée par petites portions, avec soin, dans une bassine plate en fonte ou en cuivre, à une température qui ne doit pas dépasser 12° à 13°. Il est essentiel d'agiter constamment la masse. On chauffe jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de vapeur, ou mieux jusqu'à ce que la dextrine ait pris une nuance jaune chamois clair. Il est indispensable de fractionner les doses et de n'opérer que sur 4 à 500 grammes à la fois : de cette façon, la conduite de l'opération est facile, et l'on obtient alors une poudre qui happe fortement à la langue, la dessèche, forme un mucilage gluant et adhésif. Elle a perdu sa saveur primitivement amylacée, qui a fait place à une saveur légèrement douce et comme sucrée. Délayée avec l'eau, elle doit donner une pâte à peu près transparente, de couleur de miel jaune, très gluante, sans aucune apparence de granules féculents. Au lieu de donner, comme la fécule incomplètement transformée en dextrine, une belle et riche couleur bleu vif, lorsqu'on la traite par la solution d'iode, elle ne contracte qu'une nuance bleue rougeâtre, bien moins intense. Ces caractères permettent à eux seuls de reconnaître une dextrine bien préparée et susceptible de remplir avec avantage toutes les indications chirurgicales qui réclament son emploi.

Séance du 13 juillet 1857.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la production de mouvements uniformes pour les appareils chronographiques.* M. Emm. Liais communique à la Société une nouvelle disposition d'ailettes destinées à régulariser la marche des appareils mis en mouvement par la chute d'un poids. Ces ailettes se composent de portions de cylindre présentant leur concavité dans le sens du mouvement. Elles peuvent se fermer de manière à n'offrir de résistance que par leur tranche, et elles sont naturellement fermées par des ressorts dont on peut régler la force à volonté. De cette manière, quand l'appareil se met en marche, les ailettes n'offrent d'abord qu'une résistance presque nulle, la vitesse augmente donc rapidement jusqu'à ce que la force centrifuge qui tend à ouvrir ces ailettes fasse équilibre aux ressorts qui les tiennent fermées, alors les ailettes commencent à s'ouvrir. Or si les ressorts sont disposés de telle manière que leur tension varie peu depuis la fermeture jusqu'à l'ouverture totale des ailettes, on voit qu'il se crée une résistance qui varie dans un très grand rapport pour un faible accroissement de vitesse, de sorte que le mouvement ne peut s'éloigner beaucoup de la régularité. On peut encore obtenir des mouvements constants et uniformes par l'emploi du pendule conique. Un mouvement semblable existe dans le chronographe de l'Observatoire de Greenwich. Il est facile de voir que si le pendule conique est supporté par une suspension Cardan et obligé de décrire un cercle de rayon constant, parce que sa pointe inférieure est engagée dans une roue horizontale, et si de plus un pendule ordinaire a sa tige invariablement fixée au premier axe de la suspension Cardan, disposition qui existe à Greenwich, le mouvement du pendule ordinaire a lieu (aux termes près du second ordre) en suivant la même

loi des vitesses que s'il était libre, pendant que le pendule conique se meut d'un mouvement uniforme. Par cette disposition, on voit qu'en entretenant par la chute uniforme d'un poids le mouvement du pendule conique, en agissant sur sa roue, on entretient en même temps le mouvement du pendule ordinaire, qui devient ainsi une horloge *sans échappement*. Les amplitudes sont nécessairement constantes par construction, mais M. Liais fait voir que ceci, loin d'être un avantage, est un inconvénient, car si, par suite des résistances, la vitesse de rotation du pendule conique tend à varier, il en résultera sur le pendule ordinaire un effet de même nature que si la gravité avait changé, ce qui, quoique à amplitude constante, change la durée de l'oscillation. M. Liais remédie à cet inconvénient par une construction qui permet à l'angle du cône du pendule conique de varier, et par suite à l'amplitude du pendule ordinaire de changer. Lors donc que la force augmente, l'amplitude peut augmenter, ce qui tend à détruire l'action due à l'accélération du moteur. L'analogie avec l'horloge devient alors plus grande. Cette disposition peut être employée avec grand avantage toutes les fois qu'une horlorge doit produire un grand travail, soit pour conduire les papiers d'instruments enregistreurs ou pour mener une machine parallactique ou enfin pour établir des courants électriques. La variation de l'angle du cône est obtenue en ce que la pointe du pendule conique au lieu de s'engager dans un rouage est reliée avec une autre tige par une articulation qui lui permet de tourner en tous sens, l'autre extrémité de cette seconde tige étant engagée dans une rainure de l'axe de la roue motrice. Au lieu de cette rainure, il vaut mieux employer une série d'articulations, ce qui donne lieu à moins de frottement.

Au lieu d'axes ou de couteaux pour les suspensions Cardan, M. Liais décrit un système de suspension à ressorts

analogue à celui qu'il a employé pour les contrepoids de l'horloge électrique qu'il a établie à l'Observatoire de Paris.

ÉLECTRICITÉ APPLIQUÉE. — *Transmission électrique de l'heure par les horloges ordinaires.*— M. Liais, après avoir rappelé à la Société les calculs qu'il a faits antérieurement sur le mouvement du pendule soumis à l'action de forces étrangères à la gravité, insiste sur la nécessité dans les appareils à transmission électrique, de faire faire très peu de travail à l'horloge si on ne veut pas altérer sa marche. En général, la transmission devra être faite par un moteur spécial qui n'agira pas sur le balancier. Par cette disposition on pourra arriver à transmettre l'heure par des courants magnéto-électriques, ce qui est impossible avec quelque précision en employant dans ce but les mouvements du pendule comme on l'a proposé plusieurs fois. M. Liais décrit une disposition qui permet d'établir une transmission de ce genre.

GÉODÉSIE ET PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la verticale.* — Dans un Mémoire lu à une séance publique de la Société académique de Cherbourg, en octobre 1851, M. Liais a présenté de nombreuses remarques sur la direction de la verticale, spécialement relativement à l'influence de la latitude sur la verticale ; il a examiné les conséquences qui résultent de la courbure de la verticale, courbure qui fait que les points de même latitude situés dans un même méridien et d'altitude différente, ne sont pas sur une même ligne droite verticale. De plus, il a fait voir que l'aplatissement terrestre a dû aller en diminuant à mesure que le globe s'est refroidi. Les affaissements du sol ont donc été plus grands à l'équateur que dans les régions polaires, ce qui s'accorde avec ce fait que les plus hautes montagnes sont dans les régions intertropicales. Enfin, il résulte de la courbure des verticales, qu'il y a une petite réfraction au zénith dans le sens du méridien.

M. Liais annonce à la Société qu'il a continué ses travaux sur la verticale, et il examine l'influence de la lune et du soleil sur la direction du fil à plomb. Par cette influence très petite, la direction de la verticale peut varier d'un quatre-vingtième de seconde d'arc environ autour de sa position moyenne. Sans les trépidations du sol, cette variation serait facile à constater à l'aide du niveau interférentiel de l'auteur. L'influence de la lune et du soleil ne se manifeste pas seulement sur la direction de la gravité. Elle a lieu aussi sur l'intensité. Il en doit résulter une période dans le mouvement des horloges, mais cette période est excessivement petite et reste dans les millièmes de seconde. On pourrait augmenter son effet en employant des pendules très pesants, dans lesquels l'effet de la gravité serait annulé presque complètement par une autre force constante, parce que les variations de la force faisant osciller le pendule, ne seraient plus alors négligeables par rapport à cette force. Il est très difficile d'établir mécaniquement une condition semblable. M. Liais indique cependant une disposition à l'aide de laquelle une expérience pourrait être tentée. Elle consiste à faire agir sur le pendule en sens inverse de la gravité une force provenant d'un ressort très puissant, dont le centre d'action serait très loin au-dessus du point de suspension du pendule, de sorte que les forces resteraient sensiblement parallèles, les oscillations étant d'ailleurs très petites.

Un manomètre à liquide disposé dans la couche de température invariable, et muni d'un appareil interférentiel pour faire apprécier les moindres variations du niveau, pourrait également servir à reconnaître les variations de l'intensité de la gravité.

ÉLECTRO-CHIMIE ET PHYSIQUE. — *Energie électrolytique des courants d'induction.* — M. L. L. Fleury fait la communication suivante : « Si l'on interpose dans le circuit voltaï-

que destiné à décomposer l'eau ou un autre corps, un appareil d'induction, l'énergie électrolytique du courant y gagne beaucoup, mais aussi la dépense de la pile est beaucoup plus grande. M. Despretz a même démontré récemment par expérience que l'accroissement de puissance ainsi obtenue est inférieur à l'augmentation de dépense de la pile, de sorte que, en réalité, l'intervention de l'appareil inducteur est nuisible. Ce résultat des expériences de l'illustre physicien est d'autant plus intéressant qu'il est en parfait accord avec la théorie qui aurait pu le prévoir. En effet, supposons que l'action du courant soit accrue par l'emploi d'un appareil d'induction mis en jeu par le courant, on aurait là une force qui se serait augmentée d'elle-même par son emploi, ce qui est absurde et conduit immédiatement au mouvement perpétuel. Le même raisonnement explique parfaitement l'instantanéité des courants d'induction, car si ces courants étaient permanents et ne se manifestaient pas seulement au commencement et à la fin de l'action inductive, mais persistaient aussi longtemps que le courant électrique et magnétique se maintiendrait, on aurait encore là l'exemple d'une force croissant indéfiniment par elle-même, ce qui nous conduit à l'absurde conséquence ci-dessus énoncée.

Séance du 10 août 1857.

Physiologie végétale. — M. Thuret présente à la Société un mémoire sur la reproduction de quelques algues appartenant à la tribu des Nostochinées. (Imprimé dans ce volume, p. 19.)

Anatomie végétale. — M. Ad. Chatin adresse à la Société un mémoire sur l'anatomie du rhizome, de la tige et des feuilles des plantes aériennes de l'ordre des Orchidées. (Imprimé dans ce volume, p. 33.)

BOTANIQUE. — M. Ed. Jardin présente à la Société la partie botanique de ses études sur l'histoire naturelle de l'archipel des Marquises. (Impr. dans ce volume, p. 289.)

TOPOGRAPHIE BOTANIQUE. — M. Bertrand-Lachênée informe la Société qu'il a découvert, en Juillet dernier, dans un champ sablonneux, vers Sennecey, le *Vicia varia* Host., plante nouvelle pour la flore de Normandie.

Séance du 14 septembre 1857.

INDUSTRIE. — *Cloche hydraulique.* — M. le Dr Payerne lit un mémoire sur la substitution de l'emploi d'une cloche hydraulique récemment inventée par lui, à l'emploi de son bateau plongeur. (Imprimé dans ce volume, p. 70.)

Séance du 5 octobre 1857.

BOTANIQUE. — M. Bertrand-Lachênée annonce à la Société qu'il a découvert dans l'arrondissement de Cherbourg deux plantes fort rares, non encore signalées en Normandie; l'une est le *Fumaria Wirtgeni* Koch, trouvé le 16 août dernier dans les champs à Herqueville; l'autre est le *Polypogon littoralis* Sm., rencontré le 6 septembre, avec le *Polyp. monspeliense* Desf., dans les endroits marécageux du rivage de Gatteville, entre le Phare et Barfleur.

Séance du 2 novembre 1857.

ÉLECTRICITÉ ET MÉCANIQUE APPLIQUÉES. — *Nouveau système d'horloges publiques*, par M. L. L. Fleury — Quoique déjà nombreuses, les applications de l'électricité sont certainement appelées à se multiplier encore. L'horlogerie publique, en particulier, pourrait changer de face par un

judicieux emploi de l'électro-magnétisme. En effet, la partie chronométrique de ces appareils serait susceptible de se remplacer sans difficulté, et avec une grande économie, par une horloge d'appartement qui, à l'aide d'un compteur électrique, transmettrait l'heure au cadran extérieur, avec toute l'exactitude désirable. Cependant la complication du système actuel de sonnerie rendrait encore onéreuse pour beaucoup de communes, l'acquisition d'une horloge publique, s'il n'était pas possible de simplifier ce point important. La nouvelle disposition, proposée par l'auteur, ne comporte qu'un seul appareil, qui sonne et les heures et les quarts. En voici la description:

Soit un disque ou une roue qui, à l'aide d'un poids moteur, tourne autour de son axe dans un plan vertical. Concevons par la pensée ce disque divisé en secteurs égaux, sur chacune de ses faces, par dix-neuf rayons.

Sur l'une des faces, que nous désignerons par A, près de la circonférence, sur les rayons supposés et perpendiculairement au plan du disque, sont placées dix-neuf chevilles motrices. Sur la seconde face B. du disque, sont tracés quatre cercles concentriques entr'eux ainsi qu'au disque lui-même, et le plus grands possibles. Aux points d'intersection de ces cercles avec quelques-uns des dix-neuf rayons précités, sont placées des chevilles d'arrêt perpendiculaires au plan du disque. Le tableau suivant fait voir le nombre et la position de ces chevilles d'arrêt.

	Nos des rayons portant des chevilles d'arrêt.
1er cercle	4, 9, 15
2e —	3, 11
3e —	1
4e —	19

Soit encore une tige tournant sur son axe comme un arbre de machines, et divisée en quatre parties respective-

ment correspondantes aux quatre cercles de la face B du disque sur ces quatre divisions de la tige sont réparties inégalement douze palettes, qui font avec l'une quelconque d'entr'elles, prise point de départ, des angles qui sont des multiples entiers de 30°. Le tableau suivant fait voir facilement les dispositions relatives de ces palettes.

Divisions de la tige.	Nombre des palettes.	Angles respectifs des palettes d'une même division.
1re division.	6	0°, 30°, 60°, 240°, 270°, 300°
2e —	4	90°, 120°, 180°, 210°
3e —	1	150°
4e —	1	330°

Revenons maintenant aux chevilles motrices.

Ces dix-neuf chevilles motrices font agir le marteau des heures, une cheville fait frapper un coup de marteau, et de plus, pendant que sonnent les quarts compris entre deux heures consécutives quelconques, il passe trois chevilles motrices qui, par un procédé convenable, sont sans influence sur le marteau des heures. Ceci bien compris, on voit qu'après les heures 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, les chevilles motrices des rayons nos 4, 9, 15, 3, 11, 1, 11, 3, 15, 9, 4, 19 viennent de passer immédiatement par le point d'un repère supposé. Or ces rayons sont précisément ceux qui portent les chevilles d'arrêt de la face B. du disque. A chaque heure, l'une des chevilles d'arrêt rencontre une des palettes de la tige, ce qui fait tourner cette tige de trente degrés ou, ce qui est la même chose, d'un douzième de la circonférence, et, par suite, après douze rencontres pareilles, après douze heures, la tige et le disque sont revenus à leurs positions initiales. Un second disque, plus petit que le premier, s'engrène sur celui-ci ; il porte un nombre indéterminé de chevilles motrices, destinées à faire agir les marteaux des quarts. Il passe dix chevilles du petit disque par un repère fixe, pendant qu'il n'en passe que trois du grand

disque. Un système d'embrayage et de désembrayage simultanés place le marteau des heures sous l'action des chevilles motrices du grand disque et soustrait en même temps les marteaux des quarts à celle des chevilles du petit disque. Un mouvement inverse produit un effet opposé, c'est-à-dire qu'il paralyse le marteau des heures et rend actifs ceux des quarts. Il est facile de comprendre maintenant, sans en faire une description, que la rotation partielle de la tige à palettes peut déterminer l'arrêt du grand disque et, par conséquent, celui du petit qui lui est engrené, ainsi que le désembrayage du marteau des heures et l'embrayage de celui des quarts. La roue de l'aiguille des minutes provoque ensuite, en temps opportun, la percussion de tous les quarts. Une petite roue détermine, à chacune de ses révolutions, le désembrayage des marteaux des quarts et l'embrayage de celui des heures. Or comme chaque coup du dernier marteau des quarts fait tourner cette roue d'un dixième, il en résulte, qu'après dix coups, c'est-à-dire après une heure révolue, elle produit l'effet voulu. Cette description, on le sent aisément, n'est pas restreinte à un système rigoureusement déterminé. Le nombre des chevilles motrices du grand disque pourrait être différent ; le rapport des chevilles agissantes du petit disque à celui des chevilles inactives du grand disque, pendant que les quarts sonnent, pourrait être modifié. C'est seulement pour éviter une abstraction entraînant trop de longueur dans son exposé, que l'auteur a supposé des valeurs numériques, sans influence sur le principe essentiel de son système. Il a également omis, ci-dessus, tous les détails du mécanisme, que peut aisément concevoir et exécuter la pratique vulgaire. Il est bon de remarquer que ce système peut également bien s'appliquer à toutes les horloges et pendules, soit électriques, soit ordinaires.

Séance du 7 Décembre 1857.

HYDROGRAPHIE ET VOYAGES. — M. Jardin fait un rapport sur deux mémoires de M. H. Jouan, lieutenant de vaisseau, ex-commandant particulier de l'établissement français de Nukuhiva. Un de ces mémoires a pour titre : *Notes sur la navigation dans l'archipel des Marquises*. L'auteur qui, pendant un séjour de 3 ans 1/2 aux Marquises, a visité souvent les principaux points de cet archipel, y a mis en ordre les observations qu'il a recueillies sur la navigation. Ce travail, remis par le ministre de la Marine au dépôt des cartes et plans, y fut reçu avec d'autant plus de faveur, qu'à l'exception des plans des deux ports les plus fréquentés, le dépôt ne possédait aucun document sur ces parages. D'après le rapport du comité hydrographique, il sera imprimé dans les *Annales hydrographiques*, et il sera fait un tirage à part pour le service de la flotte. Le second mémoire, ayant pour titre : *De l'Archipel des Marquises en 1856*, a été écrit dans le but de fournir à l'administration de Taïti des documents dont elle était entièrement dépourvue. L'auteur y expose l'état actuel de l'archipel, sa constitution géologique, ses productions naturelles, les mœurs des habitants. Il s'est attaché surtout à rectifier des erreurs géographiques, à rendre aux localités leurs noms véritables, c'est-à-dire ceux sous lesquels elles sont désignées par les naturels, pour faire disparaître la confusion qui existe sur les cartes, et qui provient de ce que chaque navigateur s'est cru obligé d'employer des noms nouveaux que personne ne connaît dans le pays. Ce mémoire, déposé à la direction des colonies, sera publié dans la *Revue coloniale*, en 4 parties, dont la première vient de paraître dans le numéro du 1er décembre. Ces travaux, fruit des propres observations de l'auteur, sont destinés à combler une lacune dans l'histoire des archipels de l'océan Pacifique.

Botanique. — M. Bertrand Lachênée a trouvé, le 15 novembre, le *Crithum maritimum* L. sur le littoral pierreux situé sous les glacis du port militaire. Les rochers de Querqueville, à 6 kilomètres de Cherbourg, avaient été jusqu'alors le point le plus rapproché de cette ville où l'on eût observé cette ombellifère.

Botanique. — M. Le Jolis communique à la Société une liste de quelques plantes intéressantes qu'il a trouvées récemment aux environs de Cherbourg, et parmi lesquelles il signale plus particulièrement : *Rosa cuspidata* M. B., *R. dumalis* Bechst., *Viola nemoralis* Jord., *V. subcarnea* Jord., *V. luteola* Jord., *V. obtusiflora* Jord., *Erophila brachycarpa* Jord., *E. majuscula* Jord., *E. glabrescens* Jord., *Galium dumetorum* Jord., *Hieracium pseudosciadum* Bor., *Polygonum hydropiperi-dubium* Gren., *Rhynchospora alba* Vahl., *Aira multiculmis* Dum., *Agropyrum campestre* Godr. et Gren.

Physique céleste.— M. Emm. Liais envoie à la Société la note suivante sur l'atmosphère du soleil : « Dans la mécanique céleste, Laplace dit, et depuis lui tous les géomètres ont répété, que l'atmosphère du soleil ne peut s'étendre au-delà de la limite où la force centrifuge, due à la rotation, ferait équilibre à la pesanteur vers le soleil. Cette limite est la distance où une planète de masse négligeable ferait sa révolution dans le temps d'une rotation du soleil. En la calculant, on trouve qu'elle est d'environ les 17 centièmes de la distance de la terre au soleil, de sorte que l'atmosphère solaire ne pourrait pas nous paraître s'étendre à plus de 9 degrés de ce corps. M. Liais fait remarquer que toutes ces déductions reposent sur un pure hypothèse, dont la fausseté est parfaitement démontrée, à savoir : l'exactitude absolue de la loi de Mariotte pour toutes les densités, ou en d'autre termes, l'existence de la force répulsive dans les gaz, quel que soit leur degré de dilatation.

Dans le tome III des mémoires de la Société impériale des Sciences naturelles de Cherbourg, page 238, M. Liais a donné la formule qui fait connaître la densité en fonction de la pression d'une masse gazeuse, formule dont la loi de Mariotte n'est qu'une approximation. Cette formule fait voir que, dans le cas d'une pression nulle, il existe encore une pression sensible, et que pour obtenir une densité plus faible, il faudrait une pression négative, c'est-à-dire qu'il existe une force de cohésion dans les gaz lorsqu'ils sont dilatés à un certain dégré. C'est cette force de cohésion qui explique la limitation des atmosphères que l'on ne pourrait concevoir sans elle. Partant de là, la conclusion de Laplace doit être complètement changée, car à partir de la distance où la force centrifuge est égale à la pesanteur, il reste encore à vaincre la force de cohésion avant que l'atmosphère ne se répande dans l'espace. L'atmosphère a donc une étendue dépendant entièrement de l'intensité de cette force de cohésion, et elle peut s'aplatir et former un anneau présentant l'aspect de la lumière zodiacale, si on suppose cette cohésion suffisante. En réalité, un gaz soumis à de très faibles pressions est semblable à un liquide de densité excessivement faible; sa loi de compression, à ces limites, lorsqu'il n'est soumis qu'à la pression résultant de son poids, est semblable à celle des liquides, comme le prouve la formule de l'auteur. Ce n'est que quand l'épaisseur devient très grande que la formule se rapproche de la loi de Mariotte. A l'appui d'une immense étendue de l'atmosphère solaire, on pourrait citer des observations de M. F. Smyth tendant à démontrer qu'à 12 degrés du soleil il y a une refraction sensible, et des calculs de M. Le Verrier tendant à établir que la planète Mercure n'obéit pas uniquement dans son mouvement à l'attraction du soleil et des planètes, mais paraît recevoir une force accélératrice d'un milieu

dans lequel elle serait plongée et qui tournerait plus vite qu'elle. Il est vrai que cette anomalie du mouvement moyen de Mercure pourrait s'expliquer sans supposer que la lumière zodiacale fût un gaz, mais en admettant, comme M. Biot, qu'elle serait composée de particules donnant naissance aux bolides lorsqu'elles rencontrent notre atmosphère. Il suffirait pour cela d'admettre que le plus grand nombre de ces particules ont eu un mouvement direct, et que, dans les régions de Mercure, il en existe une plus grande quantité près du périhélie que de l'aphélie. Elles accéléreraient alors la vitesse de la planète en tombant sur elle. Bien que l'on ne puisse pas dire théoriquement que la lumière zodiacale n'est pas une expansion de l'atmosphère solaire, il y a cependant un fait physique qui paraît le prouver; c'est l'absence d'atmosphère sensible autour de la lune qui, comme la terre, traverse souvent cette lumière, et qui par conséquent condenserait la matière gazeuse autour d'elle. Il est vrai que quelques observateurs ont cru reconnaître une lumière zodiacale lunaire, ce qui diminuerait la valeur de cet argument. »



OUVRAGES REÇUS PAR LA SOCIÉTÉ PENDANT L'ANNÉE 1857.

§ 1er *Publications des Sociétés correspondantes.*

France.

ANGERS. Société académique. — *Mémoires de la Société académique de Maine-et-Loire, T. I,* in-8°, Angers, 1857.

ANGERS. Société industrielle.— *Bulletin de la Société industrielle d'Angers, 27e année,* 1856, in-8°, Angers, 1856.

BESANÇON. Société d'Émulation. — *Mémoires de la Société d'Émulation du dépt. du Doubs, T. VIII,* in-4°, 1857.

CAEN. Société Linnéenne. — *Mémoires de la Société Linnéenne de Normandie, T. X,* in-4°, Caen, 1856. — *Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie, T. I,* in-8°, Caen, 1856.

CLERMONT-FERRAND. Académie des sciences, belles-lettres et arts. — *Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne; T. XXIX,* in-8°, Clermont, 1856.

DIJON. Académie. — *Mémoires de l'Académie Impériale des sciences, arts et belles-lettres de Dijon, 2e série, T. V,* in-8°, Dijon, 1857.— *Description d'un nouveau genre d'Édenté fossile. Atlas,* in-4°, Dijon.

LA ROCHELLE. Académie. — *Annales de la section des sciences naturelles de l'Académie de La Rochelle,* 1855, in-8°, 1856.

LILLE. Société Impériale. — *Mémoires de la Société Impériale des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille, 2e série, T. II,* in-8°, Lille, 1856 ; — *T. III,* in-8°, Lille, 1857.

METZ. Académie. — *Mémoires de l'Académie Impériale de Metz, 36e année,* in-8°, Metz, 1856.

METZ. Société d'histoire naturelle. — *Bulletin de la Société d'histoire naturelle de la Moselle, T. VIII,* in-8°, 1857.

PARIS. Académie des sciences. — *Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, T. XLII et XLIII,* in-4°, 1856.

PARIS. Athénée. — *Annuaire de l'Athénée des arts, sciences et belles-lettres de Paris,* in-8°, Paris, 1857.

PARIS. Société botanique. — *Bulletin de la Société botanique*

de France, T. III, nos 9 *et* 10, in-8°, Paris, 1856 ; — *T. IV, nos* 1 *à* 8, in-8°, Paris, 1857.

Rouen. Académie. — *Précis analytique des travaux de l'Académie Impériale des sciences, belles-lettres et arts de Rouen*, 1855-1856, in-8°, Rouen, 1856.

Toulouse. Académie. — *Mémoires de l'Académie Impériale des sciences, inscriptions et belles-lettres de Toulouse, 4e série, T. VI*, in-8°, Toulouse, 1856.

Angleterre.

Cambridge. Société philosophique. — *Transactions of the Cambridge philosophical Society, T. IX*, part. 1 à 4, in-4°, Cambridge, 1851-1856.

Londres. Société Linnéenne. — *Journal of the proceedings of the Linnean Society; Zoology, T.* I, nos 1 à 3, in-8°, 1856; — *Botany, T.* I, nos 1 à 3, in-8°, Londres, 1856. — *List of the Linnean Society of London* 1856, in-8°. — *Address of Thomas Bell, read at the meeting of the Linnean Society, may* 24, 1856, in-8°, Londres, 1856.

Manchester. Société philosophique et littéraire. — *Mémoirs of the literary and philosophical Society of Manchester*, 2d *series, T. VI*, in 8°, Manchester, 1842; — *T. XIII*, in-8°, Londres, 1856.

Belgique.

Bruxelles. Académie royale de Belgique.— *Bulletin de l'Académie Royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique, T. XXII*, 2e *partie*, in-8°, Bruxelles, 1855; — *T. XXIII*, 1re *partie*, in-8°, 1856. — *Annuaire de l'Académie Royale de Belgique*, in-8°, Bruxelles, 1856.

Hollande.

Amsterdam. Académie royale des sciences. — *Verhandelingen der Koninklyke Akademie van Wetenschappen, T. III*, in-4°, Amsterdam, 1856.— *Verslagen en Mededeelingen der Koninglyke Akademie van Wetenschappen, Afdeeling letterkunde, T.* I, liv. 1 à 3, in-8°, Amsterdam, 1855; *T. II*, livr. 1e, in-8°, 1856 ; — *Afdeeling natuurkunde, T. III*, livr. 3, in-8°, 1855 ; *T. IV*, livr. 1 à 3, in-8°, 1856 ; *T. V*. livr. 1, in-8°, 1856.

Suède et Norvège.

Drontheim. Société des sciences. —*Fauna littoralis Norvegiæ*, livr. 1, in-folio, Christiana, 1846. — *Gœa norvegica*, livr. 2 et 3, in-folio, Christiana, 1844-1850. — *Noregr, Sviariki*,

Danmork; historisk Oversigtskart over de tre nordiske Riger i Middelalderen, in-plano, Christiana, 1842. — *Beskrivelser og Jagttagelser over nogle moerkelige eller nye i Havet ved den Bergenske Ryst levende Dyr af Polypernes, Acalephernes, Radiaternes, Annelidernes og Molluskernes Classer* in-4°, Bergen, 1835.

STOCKHOLM. Académie royale des sciences. — *Ofversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar*, 1855, in-8°, 1856; — 1856, in-8°, 1857. — *Exposition des opérations faites en Lapponie pour la détermination d'un arc du méridien en* 1801, 1802 *et* 1803, in-8°, Stockholm, 1805.

Russie.

MOSCOU. Société impériale des naturalistes. — *Nouveaux Mémoires de la Société Impériale des naturalistes de Moscou, T. X*, in-4°, Moscou, 1855. — *Bulletin de la Société Impériale des naturalistes de Moscou*, 1855, n°s 2 à 4, in-8°, Moscou, 1855; — 1856, n° 1, in-8°, Moscou, 1856.

ST-PÉTERSBOURG. Observatoire physique central de Russie. — *Annales de l'Observatoire physique central de Russie, année* 1852, in-4°, Saint-Pétersbourg, 1855;— *Année* 1853, n°s 1 et 2, in-4°, 1855; — *Année* 1854, n°s 1 et 2, in-4°, 1856.—*Compte-rendu annuel, etc., année* 1855, in-4°, 1856.

Allemagne.

BERLIN. Académie royale des sciences. — *Monatsbericht der königlichen Akademie der Wissenschaften*, Janvier à Décembre 1856, 11 livr. in-8°, Berlin, 1856.

BONN. Société d'histoire naturelle.— *Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande und Westphalens, T. XIII*, livr. 2 à 4, in-8°, Bonn, 1856,—*T. XIV*, livr. 1, in-8°, 1857.

DANTZICK. Société des sciences naturelles.— *Neueste Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig, T. V*, 4e livr., in-4°, Danzig, 1856.

DEIDESHEIM. Pollichia. — *Jahresbericht der Pollichia, eines naturwissenschaftlichen Vereines für die bayerischen Pfalz*, livr. 3 à 6, et 9 à 11, in-8°, Neustadt, 1845-1856. — *Statuten der Pollichia*, in-8°, Neustadt, 1855. — *Geschichte der innern und äussern Entwicklung der Pollichia im ersten Decennium ihres Bestehens*, in-8°, Landau, 1850.

FRIBOURG EN BRISGAU. Société des sciences naturelles. — *Berichte über die Verhandlungen der Gesellschaft für Beförde-*

rung der Naturwissenschaften zu Freiburg i. B., livr. 1, 2, 18, 22, 23, 25, 26 et 27, in-,8° Fribourg, 1855-1857.

Goettingue. Société des sciences. — *Nachrichten von der Georg-Augusts-Universität und der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*, 1856, Gœttingue, 1856.

Hambourg. Société d'histoire naturelle. — *Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften, herausgegeben von dem Naturwissenschaften Verein in Hambourg, T. III*, in-4°, Hambourg, 1856.

Heidelberg. Société d'histoire naturelle et de médecine. — *Verhandlungen des naturhistorisch-medizinischen Vereins zu Heidelberg*, livr. 1 à 3, in 8°, Heidelberg, 1857.

Kiel. Université. — *Schriften der Universität zu Kiel, T.* I. (1854), in-4°, Kiel, 1855 ; — *T. II* (1855), in-4°, 1856 ; — *T. III* (1856), in-4°, 1857.

Leipsick. Société royale des sciences de Saxe. — *Berichte über die Verhandlungen der königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig ; mathematisch-physische Classe*, 1856, 2e liv., in-8°, Leipsick 1857; — 1857, 1re livr., in-8°, 1857.

Luxembourg. Société des sciences naturelles du Grand-Duché de Luxembourg. — *Mémoires, T. IV*, in-8o, 1857.

Prague. Académie royale des sciences de Bohême. — *Abhandlungen der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften*, 5e *série, T. IX*, in-4°, Prague, 1857.

Ratisbonne. Société royale de botanique. — *Flora oder allgemeine botanische Zeitung, T. XIV*, in-8°, Ratisbonne, 1856.

Stuttgart. Société des sciences naturelles.—*Württembergische naturwissenschaftliche Jahreshefte*, 10e année, liv. 3e, in-8°, Stuttgart, 1856 ; 11e année, livr. 3e, in-8°, 1857 ; 13e année, livr. 1e, in-8°, 1857 ; 12e année, livr. 3e, in-8°, 1857.

Vienne. Académie impériale des sciences. — *Sitzungsberichte der kaïserlichen Akademie der Wissenschaften : mathematisch-naturwissenschaftliche Classe, T. X*, livr. 1 à 3, in-8o, Vienne, 1853 ; *T. XX*, liv. 2 et 3, 1856 ; *T. XXI*, livr. 1 et 2, 1856 ; *T. XXII*, livr. 1 à 3, 1856; *T. XXIII*, livr. 1 et 2, 1857 ; *T. XXIV*, livr. 1, 1857. — *Register zu den zweiten* 10 *Bänden der Sitzungsberichte* (*Band* 11-20) *der mathematisch-naturwissenschaften Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften*, in-8o, 1856.

Vienne. Congrès des naturalistes et médecins allemands. —

Tageblatt der 32. *Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Wien im Jahre* 1856, in-4°, Vienne, 1856.

Suisse.

BALE. Société des sciences naturelles. — *Verhandlungen der Naturforschende Gesellschaft in Basel*, 4e liv. in-8o, 1857.

ZURICH. Société des sciences naturelles. — *Mittheilungen der Naturforschende Gesellschaft in Zurich*, livr. 6 à 10, in-8o, 1352-1856. — *Vierteljahrsschrift der Naturforschende Gesellschaft in Zurich, T. I*, livr. 1 à 4, in-8o, 1856.

Italie.

MILAN. Institut impérial et royal de Lombardie. — *Giornale dell' I. R. Instituto Lombardo di scienze, lettere ed arti, e Bibliotheca italiana*, livr. 33 à 50, in-4o, Milan, 1854-1857.

MODÈNE. Société italienne des sciences. — *Memorie di matematica e di fisica della Societa italiana delle Scienze residente in Modena, T. XXV, parte* Ia, in-4o, Modène, 1852; *parte IIa*, in-4o, 1855.

PALERME. Académie.— *Atti della Accademia di scienze e lettere di Palermo, T. I*, in-4o, Palerme, 1845.

ROME. Académie des sciences.— *Atti dell' Accademia pontificia de' nuovi Lincei, anno VII*, liv. 1 et 2, in-4o, Rome, 1856; — *Anno X*, liv. 1, 2, 3, 4, 5, 7, in-4o, 1857.

ROME. Observatoire. — *Memorie dell' Osservatorio del Collegio romano, anno* 1851, in-4o, Rome, 1852.

VENISE. Institut. — *Memorie dell'I. R. Istituto veneto di scienze, lettere ed arti, T. VI*, gd. in-4o, Venise, 1856.— *Atti dell'I. R. Istituto veneto di scienze, lettere ed arti, T. II*, liv. 1 à 5, in-8o, Venise, 1856-1857.

Espagne.

MADRID. Académie royale des sciences. — *Memorias de la real Academia de Ciencias de Madrid, T. IV* (3e série: sciences naturelles, T. II, 1re partie), in-4o, Madrid, 1856.

MADRID. Observatoire. — *Resumen de los trabajos meteorologicos correspondentes al ano* 1854 *verificados en el real observatorio de Madrid*, in-4o, Madrid, 1857.

Asie.

BATAVIA. Société des arts et sciences. — *Tydschrift voor indische Taal-, Land- en Volkenkunde, uitgegeven door het bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen*, T. III, livr. 1 à 6, in-8o, Batavia, 1854-1855; T. IV, livr. 1 à 6, in-8o, 1855; T. V, livr. 1 à 6, in-8o, 1856.

BATAVIA. Société des sciences naturelles. — *Natuurkundig Tydschrift voor Nederlandsch Indië,* T. XI, livr. 4-6, in-8o, Batavia, 1856; T. XII, livr. 1-6, in-8o, 1856-1857; T. XIII, livr. 1-4, in-8o, 1857.

CALCUTTA. Société asiatique du Bengale. — *Journal of the asiatic Society of Bengal,* nos 254 à 259, in-8o, 1856.

Amérique.

BOSTON. Académie américaine. — *Memoirs of the american Academy of arts and sciences,* T. V, in-4o, Boston, 1855; T. VI, *part* I, in-4o, Cambridge, 1857. — *Proceedings of the american Academy of Boston,* T. III (p. 185 à 248), in-8o, Boston, 1855.

CAMBRIDGE. Observatoire.— *Annals of the astronomical observatory of Harvard college,* T. I, *part.* I, in-4o, 1856.

PHILADELPHIE. Académie des sciences naturelles.— *Proceedings of the Academy of natural sciences of Philadelphia,* 1856 (p. 161 à 328), in-8o, 1856;— 1857 (p. 1 à 100), in-8o, 1857. — *Act of incorporation and by-laws of the Academy of natural sciences of Philadelphia,* in-8o, 1857. — *Catalogue of the human Crania in the collection of the Academy of natural sciences,* in-8o, Philadelphie, 1857.

SAN-FRANCISCO. Académie — *Proceedings of the California Academy of natural sciences,* T. I, in-4o, San-Francisco, 1854-1855.

WASHINGTON. Institution Smithsonienne. — *Smithsonian contributions to knowledge,* T. VIII, in-4o, Washington, 1856; T. IX, in-4o, 1857. — *Tenth annual report of the board of Regents of the Smithsonian institution,* in-8o, 1856.

WASHINGTON. — *Report of the commissioners of patents for the year* 1854: *Agriculture,* 1 vol. in-8o, 1855; *arts and manufactures,* 2 vol. in-8o, 1855. — do *for the year* 1855: *agriculture,* 1 vol. in-8o, 1856; *arts and manufactures,* 2 vol. in-8o, 1856.

§ 2. *Ouvrages offerts à la Société.*

AGUILAR (Don Ant.). — *Anuncio del eclipse anular y central que tendra lugar el* 15 *de Marzo de* 1858, in-8o, Madrid, 1857.

BELL (Thomas). — *Address read at the anniversary meeting of the Linnean Society,* 1856, in-8o, Londres, 1856.

Besnou. — *Recherches sur les causes de la production de l'Oïdium aurantiacum*, in-8°, Cherbourg, 1856.—*Un mot sur la valeur agricole et alimentaire du sarrasin ou blé noir*, in-8°, 1856.— *Considérations sommaires sur les sables coquillers et les tangues*, in-8°, 1857.— *Considérations sur la fabrication économique des cidres*, in-8°, Cherbourg, 1857.

Bianchi (Giuseppe). — *La razionale scoperta del pianeta di Leverrier logicamente presentata da Biot e recata italianamente con prefazione e note*, in-8°, Parme, 1854.

Carvalho (Dr Maximiliano, marques de)— *Quelques considérations sur la fièvre jaune*, in-4°, Paris, 1857.

Castorani (Dr Raphael). — *Fixateur de l'œil*, in-8°, 1856.- *Mémoire sur les causes de la cataracte lenticulaire*, in-8°, Paris, 1857.—Extrait du même mémoire, in-4°, Paris, 1857.

Fenzl (Dr. Eduard). — *Ueber die Stellung der Gattung Oxera im natürlichen Systeme*, in-4°, Grätz, 1843.—*Bericht über die von Hernn Dr Constantin Reitz, auf seiner Reise von Chartum nach Gondar in Abyssinien gesammelten geographisch-statistischen Notizen*, in-4°, Vienne, 1855. — *Cyperus Jacquini Schrad., prolixus Kunth, und Conostemum montevidense N. ab Es. Ein Beitrag zur näheren Kenntniss der relativen Werthes der Differential-Charaktere der Arten der Gattung Cyperus*, in-4°, Vienne, 1855. — *Arctocalyx. Eine neue Gesneraceen-Gattung aus der Abtheilung der Eugesnereen*, in-folio, Vienne, 1849. — *Sedum Hildebrandii Fenzl. Ein Beitrag zur näheren Kenntniss einiger Sedum-Arten aus der Gruppe von S. acre*, in-8°, Vienne, 1856. — *Ueber die Blüthezeit der Paulownia imperialis*, in-8°, Vienne, 1851. — *Bericht über Dr Joseph Lorenz' Abhandlung betitelt : die Stratonomie von Ægagropila Sauteri*, in-8°, Vienne, 1855.—*Bericht über die von Hernn Bergmeister C. W. Gümbel in Munchen..... Abhandlung: Mittheilungen über die neue Färberflechte Lecanora ventosa Ach., nebst Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Flechten*, in-8°, Vienne, 1855. — (et Dr. Unger) *Commissions-Bericht über die botanische Erforschung des Königreiches Bayern und Vorschläge für eine ähnliche Erforschung der österreichischen Monarchie*, in-8°, Vienne, 1850.

Furnrohr. — *Flora oder allgemeine botanische Zeitung*, T. XIV, in-8°, Ratisbonne, 1856.

Geubel (Dr. Henrich-Carl).— *Zoologische Notizen. Enthaltend*

eine Reihe von Beobachtungen nebst philosophischen und chemisch-physiologischen Bemerkungen über mehrere Weich- und Gliederthiere, in-8°, Landau, 1852.

GUÉRIN-MÉNEVILLE. — « *Considérations philosophiques sur un essai de systématisation subjective des phénomènes météorologiques par Andrès Poey* » (Rapport), in-8°, Paris, 1857.

HANKEL (W. G.)— *Elektrische Untersuchungen. Erste Abhandlung : über die Messung der atmosphärischen Elektricität nach absoluten Maasse*, in-4°, Leipzig, 1856. — *Zweite Abhandlung : über die thermoelektrischen Eigenschaften des Boracites*, in-4°, Leipzig, 1857.

HANSEN (P. A.)— *Tables de la lune, construites d'après le principe Newtonien de la gravitation universelle*, gd in-4°, Londres, 1857. (Donné par les Lords de l'Amirauté).

HANSEN (P. A.) — *Auseinandersetzung einer zweckmässigen Methode zur Berechnung der absoluten Störungen der kleinen Planeten, zweite Abhandlung*, in-4o, Leipzig, 1857.

HERMANN (Dr. von). — *Ueber den Anbau und Ertrag des Bodens in Königreiche Bayern*, in-4°, Munich, 1857.

HOFMEISTER (W.)—*Beiträge zur Kenntniss der Gefässkryptogamen*, in-4°, Leipzig, 1857.

HORNER (Dr).— *Medical topography of Brazil and Uruguay*, in-8o, Philadelphie, 1845.

ITZIGSOHN. — *Phykologische Studien*, in-4°, Breslau, 1857.

JAL (A.).— *Glossaire nautique. Répertoire polyglotte de termes de marine anciens et modernes*, in-4°, Paris, 1848.

JOLLY (Dr). — *Ueber die Physik der Molecularkräfte*, in-4o, Munich , 1857.

KEIHAU. — *Gæa norvegica*, livr. 2 et 3, in-folio 1844-1850.

KOCH (Dr. C. F.).—*Geschiehte der innern und äussern Entwicklung der Pollichia im ersten Decennium ikres Bestehens*, in-8°, Landau, 1850.

KUPFFER (A. T.).— *Compte-rendu annuel par le directeur de l'observatoire physique central de Russie, année* 1855, in-4°, Saint-Pétersbourg, 1856.

LECONTE (John). — *Revision of the Elateridæ of the United states*, in-4°, Philadelphie, 1853.— *Notes on the classification of the Carabidæ of the United States*, in-4°, Philadelphie, 1853. — *On Platygonus compressus, a new fossil Pachyderma*, in-4o, Cambrige, 1848. — *Revision of the Cicindelæ of the United States*, in-4°, Philadelphie, 1856. —

Synopsis of the Mycetophagidæ of the United States, in-8o, Philadelphie, 1856. — *Note on the Amaræ of the United States*, in-8o, Philadelphie, 1855. — *Synopsis of the Pyrochroides of the United States*, in-8o, Philadelphie, 1855. — *Analytical table of Hydroporus found in the United States, with description of new species* in-8o, Philadelphie 1858.

LECANU. — *Souvenirs de M. Thénard*, in-8o, Paris, 1857.

LECOQ (H.). — *Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne*, T. XXIX, in-8o, Clermont, 1856.

LEEUWEN (Joh. van).— *Lycidas, ecloga, et Musæ invocatio, carmina*, in-8o, Amsterdam, 1856.

MAHMOUD-EFFENDI. — *Mémoire sur l'état actuel des lignes isocliniques et isodynamiques dans la Grande-Bretagne, la Hollande, la Belgique et la France*, in-4o, Bruxelles, 1857.

MARIANINI. — *Sopra il fenomeno che si osserva nelle calamite temporarie di non cessar totalmente, ne quasi totalmente, l'attrazione fra la calamita e l'ancora quando, al cessar della corrente nel filo conduttore avvolto alla calamita, si conserva l'ancora ad essa applicata*, in-4o, Modène, 1851. — *Sopra l'aumento di forza assorbente che si osserva in un'elica elettrodinamica quando è circondata da un tubo di ferro*; in-8o, Modène, 1852.

MARTIUS (Dr. Ph. von). — *Denkrede auf Christian Samuel Weiss*, in-4o, Munich, 1857.

MEIGS (J. Aitken). — *Catalogue of human crania in the collection of the Academy of natural sciences of Philadelphia*, in-8o, Philadelphie, 1857.

METZ. — *A la mémoire de J. Holandre*, in-8o, Metz, 1857.

MORIÈRE. — *Promenades de la Société Linnéenne de Normandie*, in-4o, Caen, 1856.

MUNTHE (Gerhard). — *Noregr, Sviariki, Danmork : historisk Oversigtskart over de tre Nordiske Riger i Middelalderen*, in-plano, Christiana, 1842.

NODOT (L.). — *Description d'un nouveau genre d'Edenté fossile* (*Atlas*), in-4o, Dijon.

OLMSTED (Denison). — *On the recent secular period of the Aurora borealis*, in-4o, Washington, 1856.

PHILADELPHIE. — 38*th annual report of the controllers of the public schools of the first school district of Pennsylvania*, *for the year* 1856, in-8o, Philadelphia, 1857.

POEY (Andrès). — *Analyse des hypothèses anciennes et moder-*

nes qui ont été émises sur les éclairs sans tonnerre, in-4°, Versailles, 1856. — *Analyse des hypothèses anciennes et modernes qui ont été émises sur les tonnerres sans éclairs*, in-4°, Versailles, 1857. — *Couleurs des étoiles et des globes filants observés en Chine pendant 24 siècles*, in-4°, Paris 1856. — *Couleurs des globes filants observés à Paris de 1851 à 1853*, in-4°, Paris, 1857. — *Couleurs des étoiles et des globes filants observés en Angleterre de 1841 à 1855*, in-4°, Paris, 1856. — *Des caractères physiques des éclairs en boule et de leur affinité avec l'état sphéroidal de matière*, in-8°, Paris, 1855.— *Supplément au tableau chronologique des tremblements de terre ressentis à l'île de Cuba de 1851 à 1855*, in-8°, Paris, 1855.

QUÉTELET. — *Observations des phénomènes périodiques*, in-4°, Bruxelles, 1856.

RICO y SINOBAS (Don Manuel). — *Resumen de los trabajos meteorologicos correspondentes al ano 1854 verificados en el real observatorio de Madrid*, in-4°, Madrid, 1857.

ROSSMANN (Dr. Julius). — *Beiträge zur Kenntniss der Phyllomorphose*, livr. 1, in-8°, Giessen, 1857.

SARS (M.) — *Fauna littoralis Norvegiæ* livr. 1, in-folio, Christiana, 1846.— *Beskrivelser og Jagttagelser over nogle mærkelige eller nye i Havet ved den Bergenske Ryst levende Dyr af Polypernes, Acalephernes, Radiaternes, Annelidernes og Molluskernes Classer*, in-4°, Bergen, 1835.

SCHULTZ (Dr. C. H.) bipontinus. — *Ueber die Tanaceten*, in-4°, Neustadt, 1844.—*Rechenschaftsbericht über die Leistungen der Pollichia in der Jahren* 1848-1850, in-8°, Landau.

SVANBERG (Jons). — *Exposition des opérations faites en Lapponie pour la détermination d'un arc du mériden en* 1801, 1802 et 1803, in-8°, Stockholm, 1805.

THURET (Gustave). — *Deuxième note sur la fécondation des Fucacées*, in-8°, Cherbourg, 1857. — *Observations sur la reproduction de quelques Nostochinées*, in-8°, Cherbourg, 1857.

TRASK (Dr. John B.).— *Report on the geology of northern and southern California , etc.*, in-8°, Sacramento, 1856.

TREADWELL (Daniel). — *On the practicability of constructing cannon of great calibre capable of enduring long-continued use under full charges*, in-8°, Cambridge, 1856.

UNGER et FENZL. — *Commissions-Bericht, über die botanische*

Erforschung des Königreichs Bayern und Vorschläge für eine ähnliche Erforschung der österreichischen Monarchie, in-8o, Vienne, 1850.

VINCENT (A. J. H.). — *Sur un point de l'histoire de la géométrie chez les grecs, et sur les principes philosophiques de cette science*, in-8o, Paris, 1857.

VOLPICELLI (Paolo). — *Sugli spezzamenti diversi che puo subire un dato numero tutti ad una stessa legge di partizione subordinati*, in-4o, Rome, 1857. — *Sulla Elettrostatica induzione quarta communicazione*, in-4o, Rome, 1857. — *Sur l'induction électrostatique* (3e *lettre à M. Regnault*), in-4o, Rome, 1856.

VOYAGES. — *Voyage de découvertes à l'Océan Pacifique du Nord et autour du monde, par George Vancouver*, T. I à III, in-4o, et atlas in-plano, Paris, an VIII. — *Voyage de Dentrecasteaux à la recherche de Lapeyrouse*, T. I et II, in-4o, et atlas in-plano, Paris, 1807-1808. — *Voyage autour du monde sur la Favorite, histoire naturelle*, 7 livr. in-8o, Paris, 1836-1839. — *Voyage au pole Sud et dans l'Océanie, sur les corvettes l'Astrolabe et la Zélée, hydrographie* par Vincendon-Dumoulin, in-8o, Paris, 1843. (Donnés par S. Exc. le Ministre de la marine).

WEITENWEBER (Dr. W. R.) — *Denkrede auf Prof. Franz Adam Petrina*, in-4o, Prague, 1856. — *Ueber des Marsilius Ficinus Werk: De vita studiosorum, nebst einigen Bemerkungen über den Hellenismus*, in-4o, Prague, 1855.

WELCKER (Dr. Hermann). — *Bemerkungen über Mikrographie*, in-8o, Giessen.

WIRTGEN (Dr. Ph.)— *Flora der preussischen Rheinprovinz und der zunächst angranzenden Gegenden*, in-8o, Bonn, 1857.



MEMBRES TITULAIRES

DE LA SOCIÉTÉ.

Section des Sciences médicales.

MM.
Dr GUIFFART (Frédéric), docteur-médecin.

Section de Zoologie et Botanique.

LE JOLIS (Auguste), membre de plusieurs sociétés savantes françaises et étrangères.
JARDIN (Edélestan), sous-commissaire de la Marine.
BERTRAND-LACHÊNÉE, naturaliste,
THURET (Gustave), membre correspondant de l'Institut.
Dr BORNET (Edouard), docteur-médecin.
EYRIÉS ❋, lieutenant d'infanterie de marine.

Section de Géologie, Minéralogie et Chimie.

Dr PAYERNE, ancien président de l'Athénée de Paris.
BESNOU ❋, pharmacien en chef de la marine, membre de l'Institut des provinces.
LESDOS (Jules), pharmacien.
MÉNANT (Joachim), juge au tribunal de Lizieux.
JOUAN (Henry) ❋, lieutenant de vaisseau.

Section de Physique, Météorologie et Astronomie.

Vte Th. DU MONCEL ❋, membre de plusieurs sociétés savantes françaises et étrangères.

LIAIS (Emmanuel) ❋, astronome à l'Observatoire impérial de Paris.

FLEURY (Lucien), physicien.

DE LAPPARENT, O ❋, ingénieur de 1re classe de la marine.

LAFOND (P. A.) ❋, lieutenant de vaisseau.

GEORGETTE DU BUISSON, O ❋, lieutenant de vaisseau.

BUREAU DE LA SOCIÉTÉ.

Fondateurs de la Société.

MM.

Vte Th. DU MONCEL ❋, directeur-perpétuel.

Emmanuel LIAIS ❋, secrétaire-perpétuel.

Auguste LE JOLIS, archiviste-perpétuel.

Bureau électif pour 1857.

Gustave THURET, président.

BESNOU ❋, vice-président.

Lucien FLEURY, secrétaire.

Edélestan JARDIN, trésorier

TABLE ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE VOLUME

Astronomie.

Botanique.

Chimie et Chimie appliquée.

Electricité, électro-magnétisme.

Entomologie.

Géographie et Hydrographie.

Géologie et Minéralogie.

Horlogerie.

Mécanique appliquée.

Météorologie.

Ornithologie.

Pharmacie.

Physique du globe.

TABLE.

THE NEW YORK
ACADEMY OF SCIENCES

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ IMPÉRIALE

DES SCIENCES NATURELLES

DE CHERBOURG,

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE

M. AUGte LE JOLIS,

ARCHIVISTE-PERPÉTUEL DE LA SOCIÉTÉ.

TOME V.



PARIS.

J.-B. BAILLIÈRE, libraire, rue Hautefeuille, 19.

CHERBOURG.

BEDELFONAAINE ET SYFFERT, imp., rue Napoléon, 1,

1858.


AMNH LIBRARY
100134970